Oecon
1830 Kb
Wagner

Forschungen auf dem Gebiete der Pflanzenernährung.

I. Theil:

Die Stickstoffdüngung der Landwirthschaftlichen Kulturpflanzen

von

Prof. Dr. Paul Wagner,

Vorstand der Landwirthschaftlichen Versuchsstation Darmstadt,

unter Mitwirkung

von

Dr. R. Dorsch,

Assistent an der Versuchsstation Darmstadt.

Berlin.

Verlag von Paul Parey.

Verlagshandlung für Landwirthschaft, Gartenbau und Forstwesen.

SW. 10 Hedemannstraße.

1892.

207 F

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS

Alle Rechte vorbehalten.

Vorwort.

Vor zwölf Jahren habe ich im „Journal für Landwirthschaft“ unter dem Titel „Beiträge zur Ausbildung einer exacten Methode der Düngungsversuche“ den Nachweis zu erbringen versucht, daß die geringen Fortschritte, welche die Düngungslehre seit Decennien zu verzeichnen hatte, in der Unzulänglichkeit der damals befolgten Forschungsmethode zu suchen seien, und ich bin zugleich bemüht gewesen, die Wege zu finden und zu ebnen, welche zu besseren Erfolgen führen könnten.

In den „Landwirthschaftlichen Jahrbüchern“ habe ich dann vier Jahre später eine längere Abhandlung veröffentlicht, welche den Titel führte: „Beiträge zur Ausbildung der Düngungslehre“, und in dieser Abhandlung habe ich einerseits die Schwierigkeiten dargelegt, welche meinen Arbeiten auf genanntem Gebiete sich entgegengestellt hatten, andererseits aber auch gezeigt, daß der von mir beschrittene Weg zu befriedigenden Erfolgen führen müsse.

Seitdem sind acht Jahre vergangen, ohne daß ich eine zusammenhängende Uebersicht über den weiteren Verfolg meiner Arbeiten gegeben habe. Doch ich bin — wie man aus kleineren inzwischen erfolgten Publicationen ersehen haben wird — nicht unthätig gewesen auf dem von mir betretenen Gebiet. An der Vervollkommnung der Forschungsmethode habe ich weiter gearbeitet, die Apparate habe ich verbessert, die Einrichtungen erweitert, und mit Hülfe meiner Mitarbeiter, insbesondere des

Herrn Dr. R. Dorsch, habe ich gegen siebentausend Düngungsversuche zur Ausführung gebracht.

Das gewonnene Material reicht jetzt aus, um größere Abschnitte der Düngungslehre in geschlossenem Zusammenhang behandeln zu können, und ich habe in der vorliegenden Schrift die Ergebnisse einer größeren Anzahl von Versuchsreihen benutzt, um zunächst „die **Stickstoffdüngung** der landwirthschaftlichen Kulturpflanzen“ zu besprechen. Ein zweiter Band, der die **Phosphorsäuredüngung** behandeln soll, wird folgen.

Ich habe noch zu bemerken, daß die vor zwei Jahren von mir herausgegebene kleine Schrift: „Die Steigerung der Bodenerträge durch rationelle Stickstoffdüngung“ im Buchhandel vergriffen ist und ich einige Abschnitte derselben in theils erweiterter, theils gekürzter Form mit herübergenommen habe in das vorliegende Buch, um damit zugleich einer Neuauflage der früheren Schrift überhoben zu sein.

Darmstadt, im März 1892.

Der Verfasser.

Inhalts-Uebersicht.

Vierter Abschnitt.

Fünfter Abschnitt.

Erster Abschnitt.

Forschungsaufgaben.

Die Mittheilungen, welche ich in dieser Schrift und in den nachfolgenden Bänden derselben zu geben beabsichtige, sollen eine rationelle Düngung der landwirthschaftlichen Kulturpflanzen begründen helfen, sie sollen dem Landwirth Aufschluß über practisch wichtige Düngungsfragen geben und die Ursachen klarlegen, auf welche die im Betriebe der Pflanzenkultur vorkommenden Erscheinungen zurückzuführen sind.

An einigen Beispielen will ich die Art und den Umfang der Düngungsfragen kurz andeuten, deren Lösung ich als eine Aufgabe der wissenschaftlichen Forschung erachte und an deren Bearbeitung ich seit einer längeren Reihe von Jahren theilgenommen habe.

Ich gehe sogleich zur Sache über. **Den höchstmöglichen Reinertrag** zu gewinnen, ist das Ziel einer rationellen Düngung, und um dies Ziel zu erreichen, sind die folgenden Gesichtspunkte ins Auge zu fassen.

1. Die für die Düngung wichtigsten Pflanzennährstoffe: Phosphorsäure, Stickstoff und Kali hat man sich unter Aufwendung geringstmöglicher Kosten zu verschaffen.

Es ist bekannt, daß ein und derselbe Pflanzennährstoff zu sehr verschiedenen Preisen zu kaufen ist.

Im Kainit kostet das Kali ab Staßfurt nur halb so viel als in den reineren concentrirten Salzen. In der Thomasschlacke erhält man die Phosphorsäure z. B. für 22 Pf. pr. Kilo,

während sie im Superphosphat 60 Pf. kostet. Den Stickstoff muß man in den leichtlöslichen Salzen mit 150 Pf. bezahlen, während er in „organischer“ Form für 80 bis 100 Pf. zu haben ist und die atmosphärische Luft ihn sogar **kostenfrei** liefert.

Hieraus ergiebt sich eine Reihe practisch wichtiger Fragen, wie beispielsweise die folgenden.

Unter welchen Bodenverhältnissen, für welche Pflanzen und auf welche Entfernungen hin läßt sich der billigere Kainit des Staßfurter Salzlagers mit größerem Vortheil verwenden als die theureren höherprocentigen Kalisalze? Unter welchen Verhältnissen bietet die billigere Thomasschlacke besondere Vortheile im Vergleich zum Superphosphat? Welche Pflanzen nutzen die Thomasschlacke am meisten aus? Welche physikalischen und chemischen Bodenverhältnisse sind für die Thomasmehldüngung die günstigsten? Giebt es Verhältnisse, unter welchen der billigere, aber langsamer sich zersetzende *organische* Stickstoff im Wollstaub, Blutmehl, Hornmehl, Knochenmehl, Fleischmehl &c. mit gleichem oder vielleicht noch größerem Vortheil zu verwenden ist als der höher im Preise stehende Stickstoff des Ammoniaksalzes und des Chilisalpeters? Von welchem Einfluß sind die verschiedenen Bodenverhältnisse auf die Zersetzbarkeit der organischen Stickstoffdünger? Wie groß können die Stickstoffverluste bei der Zersetzung derselben sein und wie sind sie zu verhüten? Welche Pflanzen giebt es, die fähig sind, aus der *billigsten* Stickstoffquelle, aus dem Stickstoffmagazin der atmosphärischen Luft zu schöpfen? Können diese Pflanzen ihren *gesammten* Stickstoffbedarf der Luft entnehmen? Stellen sie keine Anforderungen an den Stickstoffgehalt des Bodens? Rentirt eine Düngung dieser Pflanzen mit Stickstoffsalzen unter keinen Umständen oder giebt es Verhältnisse, unter welchen eine geringe Stickstoffdüngung sie zu verstärkter Ausnutzung der atmosphärischen Stickstoffquelle anregen und befähigen kann? Giebt es überhaupt Mittel, durch deren Anwendung die Aufnahme von atmosphärischem Stickstoff erleichtert und gesteigert werden kann?

2. Die Nährstoffe müssen in einer zweckentsprechenden Menge zur Anwendung gelangen.

Recht schwierig ist es, dieser Forderung nachzukommen. Wir wissen es zwar, daß beispielsweise 10 Kilo Phosphorsäure, 15 Kilo Kali und 30 Kilo Stickstoff erforderlich sind, um eine Erntemasse von 20 Ctr. Weizenkörner mit entsprechendem Stroh zu produciren, aber damit wissen wir noch nicht, wie wir düngen sollen. In welchem Düngungszustand, so müssen wir zunächst fragen, befindet sich der speciell vorliegende Boden? Wieviel Kali, Phosphorsäure und Stickstoff vermag er im ungedüngten Zustande der Weizenpflanze zu liefern? Mit wieviel Kilo Kali oder Phosphorsäure ꝛc. hat man die vom Boden dargebotenen Nährstoffmengen zu vervollständigen, um den gewünschten Erfolg zu erzielen? Wie ermittelt man den Düngungszustand des Bodens und wie seinen ursprünglichen Vorrath an Pflanzennährstoffen? Ist die Ermittelung durch chemische Analyse, durch Düngungsversuche oder auf welche andere Art möglich? Mit wieviel Kilo Phosphorsäure in Form von Superphosphat oder Thomasschlacke ist ein bestimmter Boden in Berücksichtigung seiner chemischen Zusammensetzung, seines Kalk-, Eisen-, Humusgehaltes ꝛc. zu düngen, um der Kulturpflanze die Mehraufnahme einer bestimmten Menge von Phosphorsäure zu ermöglichen? Wie verhält es sich mit dem specifischen Düngebedürfniß der zu bauenden Kulturpflanze; gehört sie zu denjenigen Pflanzen, welche verhältnißmäßig viel lösliche Phosphorsäure, viel lösliches Kali im Boden beanspruchen oder relativ wenig?

Ueber dies Alles bedarf der Landwirth einer zuverlässigen Auskunft.

3. Die Nährstoffe müssen in geeignetster Form und in geeignetstem Verhältniß zu einander angewendet werden.

Das Kali kann man in Form von gereinigten „concentrirten“ Salzen, oder auch in Form von Rohsalzen anwenden

welche neben der Kaliverbindung Magnesia- und Natronsalze enthalten. Man kann das Kali als Chlorkalium, oder auch in Verbindung mit Schwefelsäure kaufen. Man kann die Phosphorsäure in schneller und in langsamer wirkender Form, den Stickstoff als Ammoniaksalz und als Chilisalpeter u. s. w. beziehen. Welche dieser verschiedenen Nährstoffformen, zu denen auch noch der Stallmist sich gesellt, sind nun in Berücksichtigung der verschiedenen Bodenverhältnisse und der Eigenthümlichkeit des zu bauenden Kulturgewächses die geeignetsten? Welche Verbindungsform bietet die relativ größte Garantie für den höchstmöglichen Ertrag sowohl als auch für die Erzielung der bestmöglichen Qualität der Ernteproducte? Und hiermit zusammenhängend entsteht dann die weitere Frage: in welchem Verhältniß zu einander wird man die Pflanzennährstoffe anwenden müssen? Wird man in Berücksichtigung der speciell in Betracht kommenden Boden- und Kulturverhältnisse eine relativ stickstoffreiche oder eine relativ phosphorsäurereiche oder eine kalireiche Nahrung bieten müssen, um den beabsichtigten Kulturzweck sicher und vollkommen zu erreichen?

4. Man muß in erster Linie diejenigen Kulturpflanzen intensiv ernähren, welche die relativ höchste Rentabilität der Düngung in Aussicht stellen.

Aus je 100 Kilo Chilisalpeter z. B. können der Rechnung nach Mehrerträge hervorgebracht werden, welche einen Marktwerth haben von

23 Mk. bei Wiesenheu,
42 „ „ Raps,
59 „ „ Getreide,
72 „ „ Zuckerrüben.

Sehr verschieden also gestaltet sich die Rentabilität der Düngungen, je nachdem die Kulturpflanze viel oder wenig Nährstoffe zur Production von je 100 Kilo Erntemasse nöthig hat und je nachdem die 100 Kilo Erntemasse einen höheren oder einen geringeren Marktwerth haben.

Es treten uns mithin die Fragen entgegen: wieviel Kilo Erntemasse können Weizen, Roggen, Hafer, Gerste, Rüben, Kartoffeln, Raps, Klee 2c. 2c. aus je 1 Kilo in den Boden gebrachten Stickstoff, aus je 1 Kilo Kali, aus je 1 Kilo Phosphorsäure produciren, und ist es etwa möglich, die eine oder die andere Kulturpflanze zu befähigen, den relativ theuersten der Nährstoffe, nämlich den Stickstoff, höher auszunutzen, indem man sie mit einem gewissen Ueberschuß von Kali und Phosphorsäure, als den relativ billigeren Nährstoffen, versorgt?

5. Die Düngemittel müssen in geeignetster äußerer Beschaffenheit, zu geeignetster Zeit und in der geeignetsten Weise verwendet werden.

Hierbei treten uns die folgenden Fragen entgegen. Wie groß ist der Einfluß, den der Feinheitsgrad der Düngemittel, insbesondere derjenige der Phosphate (Thomasschlacke, Knochenmehl, Superphosphat) auf die Wirksamkeit der in ihnen enthaltenen Nährstoffe ausübt? Wie wirkt im Herbst untergebrachtes Superphosphat, im Herbst angewendete Thomasschlacke im Vergleich zur Frühjahrsanwendung der genannten Düngemittel? Ist es vielleicht rationell, die für die Frühjahrsbestellung vorgesehene Thomasschlacke schon im Herbst oder während der Wintermonate auf den Boden zu streuen und auf der Bodenoberfläche liegen zu lassen? Kann man Kleeäckern eine Nachdüngung von Thomasschlacke geben? Wann sind Ueberschwemmungswiesen mit Kainit zu düngen? Wann ist das Wintergetreide mit Stickstoffsalz zu düngen? Soll man demselben sämmtlichen Stickstoff als Ammoniak im Herbst geben, oder einen Theil im Herbst, den anderen Theil im Frühjahr als Ammoniak oder als Salpeter? Soll man dem Sommergetreide die ganze Stickstoffmenge (in Form von Ammoniaksalz oder Salpeter?) bei der Einsaat, oder nur einen Theil des Stickstoffs bei der Einsaat, den anderen Theil als Kopfdüngung geben? Kann man auch Ammoniaksalz zur Kopfdüngung verwenden? Wie tief soll

man die verschiedenen Düngemittel je nach der Bodenbeschaffenheit und der Pflanzen-Eigenthümlichkeit unterbringen? Soll man sie einpflügen und wie tief? Oder soll man sie auf die rauhe Furche streuen, oder etwa die Hälfte einpflügen, die andere Hälfte obenauf streuen?

6. Man muß Verhältnisse herstellen und Mittel in Anwendung bringen, welche die Wirkung der Düngemittel zu begünstigen und Nährstoffverlusten vorzubeugen im Stande sind.

Welche Mittel sind dies? Von welchem Einfluß sind Lockerung und Durchlüftung des Bodens, Entwässerung, Vermehrung des Humusgehaltes, des Kalkgehaltes zc. auf die Wirkung der verschiedenen Düngemittel? Kann eine Mergelung des Bodens die Ammoniakwirkung begünstigen, die Superphosphatwirkung vermindern und in welchem Maße? Nimmt im Ueberschuß in den Boden gebrachtes Superphosphat dauernd an Löslichkeit ab, Thomasschlacke dauernd an Löslichkeit zu? Und in welchem Maße findet dies statt unter den verschiedenen Bodenverhältnissen? Können Verluste an Phosphorsäure entstehen, wenn ein sehr leichter Sandboden mit Superphosphat gedüngt wird? Sind Stickstoffverluste zu befürchten, wenn man im Herbst mit Ammoniaksalz düngt? Kann bei sehr reichlicher Düngung ein Luxusverbrauch von Nährstoffen dadurch entstehen, daß die Pflanzen mehr Kali, mehr Phosphorsäure, mehr Stickstoff aufnehmen, als es für die Erzeugung des Ertrages unbedingt nöthig ist?

Ich will nicht weiter fortfahren in der Aufzählung von Düngungsfragen. Es werden der Beispiele genug sein. Meine Absicht ging, wie gesagt, nur dahin, das Wesen und die Ziele der Forschungsaufgaben kurz anzudeuten, an deren Lösung mitzuwirken ich unternommen habe.

Zweiter Abschnitt.

Forschungsmethoden.

Von den im voraufgegangenen Abschnitt als Beispiele angeführten Düngungsfragen habe ich gesagt, daß der Landwirth sie an die Wissenschaft stelle; wir haben somit nach einer auf wissenschaftlicher Grundlage ruhenden Forschungsmethode zu suchen, welche geeignet ist, eine einwurfsfreie Antwort auf jene Fragen zu geben.

Vor reichlich zwölf Jahren habe ich angefangen, nach einer solchen Methode zu suchen und recht lange habe ich vergeblich gesucht. Die Principien, welche befolgt werden mußten, um zu einwurfsfreien Resultaten zu gelangen, und die vielen Cautelen, welche bei der Ausführung der Versuche berücksichtigt werden mußten, um eine unumwunden klare und die Kritik aushaltende Antwort zu erhalten, wurden zum großen Theil erst allmählich, erst im Laufe der Jahre erkannt; sie resultirten aus einer kritischen Prüfung und darauf erfolgten Verwerfung mehrerer tausend Versuche. Die Mißerfolge, welche ich während der ersten sechs Jahre verzeichnen mußte und die Erfahrungen, welche ich dabei gewonnen habe, sind im Journal für Landwirthschaft 1880 und in den Landwirthschaftlichen Jahrbüchern 1883 beschrieben worden. Dieselben haben wohl nur für den Forscher ein Interesse, und da diesem die genannten Zeitschriften leicht zugänglich sind, so will ich die dort gegebenen Mittheilungen hier nicht wiederholen. Ich will sogleich

zu einer Besprechung der Forderungen übergehen, welche als die Grundlagen der von mir ausgebildeten Methode zu bezeichnen sind und welchen ich bei der Ausführung meiner Versuche nachzukommen suche.

1. Die Düngungsversuche sind in kleinem Maßstabe und zwar einestheils in geschlossenen frei aufgestellten Gefäßen, anderentheils auf Parzellen, welche von dem umgrenzenden Boden vollkommen abgeschlossen sind, auszuführen.

Daß Feldversuche, welche auf Flächen von 1/4 oder 1/8 ha ausgeführt werden, keine der wissenschaftlichen Forschung genügenden Resultate ergeben können, ist allgemein bekannt*). Aber es bleibt noch die Frage zu beantworten: ist es nicht möglich, exacte Düngungsversuche auf kleineren Parzellen (Beeten) eines möglichst gleichmäßig beschaffenen und wohlumfriedigten Gartens auszuführen, indem man die Parzellen nach Art der Spatenkultur bestellt, und die Abgrenzung der Düngungen durch 2 bis 3 außerhalb der Ertragsermittelung bleibende Pflanzenreihen zu bewirken sucht? Auch diese Frage muß verneint werden. Die Versuche haben nicht zum Ziel geführt und zwar aus folgenden Gründen nicht.

a. Ein Feld- oder Gartenstück, welches so gleichmäßig beschaffen ist, daß kleinere Parzellen desselben bei gleichartiger Bestellung annähernd gleiche Erträge liefern, ist sehr selten zu finden.

b. Das Abmessen und Abgrenzen der Parzellen, die gleichmäßige Bestellung derselben, die Düngung, Einsaat, Aberntung einer jeden einzelnen Parzelle, sowie die Feststellung der Erntegewichte sind Arbeiten, welche sehr große Fehlerquellen in sich schließen und deren exacte Ausführung unmöglich ist. Sobald eine größere Anzahl von Parzellen, etwa mehrere hundert, vorliegen, müssen die meisten Bestellungsarbeiten (Graben, Düngen, Einsäen, Behacken der Pflanzen &c.) von mehreren, also von verschiedenen Arbeitern ausgeführt

*) Besprechungen über diese Frage finden sich weiter unten.

werden, wobei es kaum möglich ist, daß die gedachten Operationen in genügend gleichmäßiger Weise geschehen.

c. Unvermeidliche und nicht gleichmäßig auf alle Parzellen sich vertheilende Fehler entstehen in Folge von Beschädigungen der Pflanzen durch Insecten, Maulwürfe, Mäuse, Vögel ꝛc.

d. Die Mehrerträge, welche man durch die Düngung erhält, sind im Verhältniß zu den Fehlern der Versuche in der Regel viel zu gering. Es ist dies namentlich bei Kali- und Phosphorsäuredüngungsversuchen der Fall, indem die Krume eines Kulturbodens in der Regel reicher an diesen Nährstoffen ist, als sie es zur Erzielung genügend großer, die Fehler überwindender, Mehrerträge sein darf. Bei den bislang bekannt gegebenen Versuchsresultaten, welche auf größeren oder kleineren Feld- oder Gartenparzellen gewonnen worden sind, haben sich die Abweichungen unter den Parallelversuchen meist größer als die Differenzen zwischen gedüngten und ungedüngten Parzellen erwiesen.

e. Der Forderung, daß die Ertragsdifferenz zwischen zwei Versuchen nicht durch mehrere, sondern nur durch den einen speciell zu prüfenden Vegetationsfactor hervorgerufen werden darf (siehe Seite 29), ist bei diesen Versuchen nicht nachzukommen. Soll z. B. der Einfluß festgestellt werden, welchen unter sonst gleichen Verhältnissen die Eigenschaften eines Thonbodens im Vergleich zu den Eigenschaften eines Sandbodens auf die Wirkung eines bestimmten Düngemittels haben, so ist diese Aufgabe durch den gewöhnlichen Freilandversuch schon deshalb nicht zu lösen, weil Sandboden und Thonboden nicht so nahe bei einander anzutreffen sind, daß sie unter gleichen Witterungsverhältnissen sich befinden. Ist letzteres aber nicht der Fall, so ist die etwa erhaltene Differenz zwischen den Erträgen des Thonbodens und denen des Sandbodens nur zum Theil durch die Bodenunterschiede, zum anderen Theil aber durch die Ungleichheit der Witterung hervorgerufen und es bleibt unbekannt, wie groß der Antheil der Bodenbeschaffenheit und wie groß derjenige der Witterung dabei gewesen ist.

f. Man ist abhängig von derjenigen Beschaffenheit der Krume, des Untergrundes, der Feuchtigkeitsverhältnisse &c., wie das vorliegende Versuchsfeld oder der Versuchsgarten sie zufällig bieten, und man ist nicht in der Lage, einen der Fragestellung des Versuchs vielleicht besser angepaßten Boden für eine größere Anzahl von Parzellen zu beschaffen.

g. War das Versuchsfeld ursprünglich gleichmäßig beschaffen und dementsprechend für die Düngungsversuche geeignet, so verliert es durch Eintheilung in Düngungsparzellen und deren verschiedene Behandlung seine gleichmäßige Beschaffenheit. Ist also eine Versuchsreihe beendet, so wird man mehrere Jahre warten müssen, bis die betreffenden Parzellen durch wiederholte gleichartige Bestellung ihre frühere Gleichmäßigkeit zurückerlangt haben und für neue Versuche verwendbar sind.

Die Frage der Verwendbarkeit größerer oder kleinerer Feld- oder Gartenparzellen zur Ausführung exacter Düngungsversuche ist jahrelang und in umfassendem Maße von mir geprüft worden*); ich bin dabei aber zu dem Schluß gelangt, daß derartige Parzellen unbrauchbar sind, soweit es sich um wissenschaftliche Forschung handelt. Bei jedem wissenschaftlichen Experiment ist es Grundbedingung, daß man alle Verhältnisse, die auf das Resultat desselben von Einfluß sein können, vollkommen beherrscht. Der Düngungsversuch auf größeren oder kleineren freiliegenden Ackerparzellen oder Gartenbeeten gestattet aber solche Beherrschung nicht; der Versuchsansteller kann nicht oder nur ungenügend eingreifen in die Einflüsse, welchen die Pflanzen ausgesetzt sind, er kann weder ungünstige Einflüsse beseitigen, noch günstige herstellen, noch eine Ausgleichung derselben vornehmen, er muß vielmehr den Versuch allen möglichen Zufälligkeiten, den Launen der Witterung, der Pflanzenfeinde und allerlei freß- und zerstörungslustiger Thiere überlassen.

Die Dimensionen gedachter Parzellen sind — abgesehen

*) Landw. Jahrbücher 1883.

von allen sonstigen oben geschilderten Bedenken — zu groß, um eine exacte Behandlung derselben zu ermöglichen; stellt man die Versuche dagegen in kleinem Maßstabe und unter Anwendung besonderer Vorrichtungen an, so ist es nicht schwer, alle auf die Entwickelung der Pflanzen einen Einfluß übenden Factoren im Sinne der „Differenzmethode" gleichzustellen und zuverlässige Resultate zu erhalten.

Ich wende für meine Versuche je nach der Frage, welche beantwortet werden soll, verschiedene Vorrichtungen an. Zum Theil verwende ich oben und unten offene Cylinder (von 133 Centimeter Höhe und 60 bezw. 100 Centimeter Durchmesser) aus Zinkblech, die bis an den Rand in die Erde gegraben und mit der für die Versuche zu benutzenden Erde gefüllt sind. Der von einem solchen Cylinder umschlossene Boden stellt eine Parzelle dar, die ihrem Wesen nach sich von den bei Felddüngungsversuchen üblichen nur dadurch unterscheidet, daß sie sehr klein ist und in jeder Beziehung eine exacte Ausführung der Versuche zuläßt. Der Boden (aus sorgfältig gemischter Erde bestehend) ist auf jeder Parzelle vollkommen der gleiche, auch die Schichtung der Erde, die Tiefe der Krume, die Quantität und Vertheilung der Düngung, das Saatgut, die Tiefe der Einsaat, die Anzahl der Pflanzen, die Entfernung der Pflanzen von einander u. s. w. sind überall gleichzustellen. Die Parzellen sind bis zu einer Tiefe von 133 Centimeter mit absoluter Vollkommenheit abgegrenzt gegen den umliegenden Boden, sie können mit jeder beliebigen Erde ausgefüllt werden und aus jedem gewünschten Material kann man den Untergrund herstellen. Sind die Versuche beendet, so kann man — falls nicht etwa die Nachwirkung der Düngungen durch weitere Kulturen auf dem gleichen Boden constatirt werden soll — die Erde ausheben, neues Bodenmaterial einfüllen und sofort eine andere Versuchsreihe beginnen lassen. Durch anhaltende Dürre (wodurch bekanntlich so viele Feldversuche verunglücken) können die Versuche nicht Noth leiden, weil man den Parzellen — falls es nöthig ist — Wasser zuführen kann. Gegen Vögel,

Mäuse ꝛc. sind die Pflanzen zu schützen, auch Blattläuse, Raupen ꝛc. lassen sich vertilgen, gegen Pilzkrankheiten kann man Mittel anwenden, kurz — in jeder Beziehung kann man den Bestand einer Parzelle vor Beschädigung schützen, auch ohne jeden Verlust und mit vollkommener Genauigkeit den Ernteertrag ermitteln.

Da man eine große Anzahl solcher Parzellen auf kleinem Raum neben einander liegen hat, so ist man zugleich auch im Stande, die verschiedensten Bodenarten unter absolut gleichen Witterungsverhältnissen zu prüfen, also Düngungsfragen zu lösen, die man — selbst ganz abgesehen von allen Fehlerquellen ꝛc. — durch Feldversuche überhaupt nicht bearbeiten kann. Auch eine weitere große Anzahl von Düngungsfragen, deren Lösung durch den Feldversuch oder den Versuch auf kleineren Gartenbeeten unmöglich ist, wie z. B. die Abhängigkeit der Vegetation, bezw. der Düngewirkung von Untergrundverhältnissen, die Einflüsse des Vertheilungsgrades der Düngung, der Tiefe der gedüngten Schicht u. s. w. auf den Ertrag, lassen sich durch Versuche auf den in Rede stehenden Parzellen ohne Schwierigkeit lösen.

Außer den erwähnten in die Erde gegrabenen Cylindern kommen auch freistehende geschlossene Blechgefäße von verschiedener Construction und verschiedener Größe (sie halten circa 8 Kilo, 20 Kilo und 350 Kilo Erde) bei uns zur Verwendung. Die größten dieser Gefäße ruhen auf Rollen und können auf Schienengeleisen bewegt werden. Die kleineren stehen auf je 4 Meter langen Wagen, welche auf Schienen ruhen und bei stürmischem Wetter oder anhaltendem Regen oder Aussicht auf Nachtfrost in eine gut ventilirte Glashalle gefahren werden können.

Beide Versuchsvorrichtungen, Gefäße und Bodenparzellen, ergänzen sich. Für Versuche, bei welchen die natürliche Circulation des Wassers im Boden, die Möglichkeit eines eventuellen Versickerns von Nährstoffen in Untergrundschichten u. s. w. vorhanden sein muß, wie beispielsweise bei Versuchen über die etwaige Nachwirkung leichtlöslicher Salze, bei Versuchen über

die Fragen der Herbst-Stickstoffdüngung ꝛc., dienen die Bodenparzellen. Bei Versuchen dagegen, wo ein Versickern von Nährstoffen in tiefere Bodenschichten ausgeschlossen sein muß und namentlich der Factor Wasser vollkommen beherrscht sein soll, bieten wiederum die freistehenden unten geschlossenen Gefäße die allein brauchbare Versuchsvorrichtung.

2. Alle Verhältnisse, welche auf die Pflanzenentwickelung von Einfluß sein können, sind — so viel als irgend ausführbar — bei allen Versuchen gleichzustellen.

Die physikalische und chemische Bodenbeschaffenheit, der Gehalt des Bodens an Nährstoffen und Feuchtigkeit, die Dichtigkeit des Bodens, die Vertheilung der Düngemittel, die Saatgutqualität, Saattiefe, Anzahl der Pflanzenindividuen, Entfernung der Pflanzen von einander, Licht, Wärme, Luftströmung u. s. w. sind Factoren, welche die Pflanzenentwickelung beeinflussen können. Ungleichheiten derselben — sobald sie eine bestimmte Grenze überschreiten — kommen in einer entsprechenden Ertragsdifferenz unter den Vergleichsparzellen zum Ausdruck und bewirken somit einen Fehler. Es ist also dafür zu sorgen, daß die genannten Factoren bei jedem Einzelversuch möglichst die gleichen sind, damit der Unterschied in den Erträgen verschieden gedüngter Parzellen einzig und allein durch den Unterschied in der Düngung hervorgebracht werde. Ein Rückschluß auf die Wirkung der Düngemittel ist sonst nicht berechtigt.

Ich mache auf zwei Momente aufmerksam, auf welche man bei der Ausführung der Versuche mit ganz besonders peinlicher Aufmerksamkeit zu achten hat, falls die Versuche gelingen und scharfe Resultate ergeben sollen. Es sind dies die folgenden.

a. Die Dichtigkeit der Erdlagerung ist bei allen Versuchen vollkommen gleichzustellen. Einem jeden Landwirth ist es ja bekannt, wie groß der Einfluß ist, welchen eine größere oder geringere Lockerheit des Bodens auf die

Entwickelung der Pflanze hat, aber man wird einsehen, daß es große Schwierigkeiten macht, Gefäße derart mit Erde zu füllen, daß überall eine gleich große Dichtigkeit des Bodens erzielt wird. Ganz besonders groß ist die Schwierigkeit da, wo es sich um größere Dimensionen, Herrichtung von 133 cm hohen Bodenschichten und um Erdquantitäten von 10 bis 20 Centnern pro Parzelle handelt. Bei einfachem Andrücken oder Festtreten der eingefüllten Erde würden natürlich die größten Ungleichmäßigkeiten nicht zu vermeiden sein. Es sei bemerkt, daß wir eine gleichmäßige Schichtung der Erde auf folgende Weise zu erzielen suchen. Die Erde wird in abgewogenen Portionen eingefüllt und jede einzelne Portion wird, nachdem die Erde sorgfältig geebnet und horizontal gelegt ist, bis auf eine Schicht von bestimmter Höhe mittelst eines dazu geeigneten Instrumentes zusammengedrückt. Auf diese Weise erzielt man gleich hohe und gleichviel Erde enthaltende Schichten, woraus natürlich eine gleiche Dichtigkeit für jede Schicht entsteht, und je kleiner man die einzelnen Portionen wählt, bezw. je größer die Anzahl der Schichtungen ist, um so mehr gleichen sich die hierbei noch auftretenden und nicht ganz zu vermeidenden Ungleichmäßigkeiten aus.

b. Die Zuführung von Wasser ist so zu reguliren, daß weder ein den Pflanzen nachtheiliger Wasserüberfluß entsteht, noch auch der Wassermangel dauernd oder vorübergehend so groß wird, daß er die Entwickelung der Pflanze hindert oder schädigt.

Dieser Forderung nachzukommen, bedarf es — namentlich in der heißeren Jahreszeit und bei lebhafter Pflanzenentwickelung — der allergrößten Aufmerksamkeit und Erfahrung. Es muß Sorge dafür getragen werden, daß der Wassergehalt des Bodens nicht bis zum Welken der Pflanzen sich vermindert. und andererseits muß der zu gebende Wasservorrath dem täglichen Bedürfniß der Pflanze möglichst angepaßt sein, um schädliche Einwirkungen zu starker Bodenfeuchtigkeit zu vermeiden. Außerdem ist zu berücksichtigen, daß die Vertheilung des

Wassers im Boden eine möglichst gleichmäßige sein muß. Wird einem stark ausgetrockneten Boden Wasser zugeführt, so muß dies Wasserquantum ausreichen, um den ganzen Boden möglichst gleichmäßig zu durchfeuchten. Bleiben einzelne Stellen des Bodens trocken und werden sie durch die Wurzelthätigkeit noch weiter ausgetrocknet, so benachtheiligt dies die Vegetation und bringt Differenzen unter den Parallelversuchen hervor.

Die aus einem Vegetationsgefäß verdunstete Wassermenge wird durch tägliches Wägen ermittelt, indem die von einem Tage zum andern entstehende Gewichtsabnahme die Quantität des verbrauchten Wassers angiebt. Es ist zu beachten, daß hierbei mit einer Fehlerquelle zu rechnen ist. Gesetzt, das Vegetationsgefäß a wiegt nach vollendeter Beschickung mit Erde 10 Kilo, das Vegetationsgefäß b ebenfalls 10 Kilo. Wenn nun nach Verlauf von etwa 8 Wochen im Gefäß a eine Pflanzenmasse (oberirdische + unterirdische) von vielleicht 400 g, im Gefäß b dagegen in Folge stärkerer Düngung eine Pflanzenmasse von etwa 800 g entstanden ist, so hat man diese Differenz zu berücksichtigen, falls aus den Wägungsresultaten der Gefäße Rückschlüsse auf das vorhandene und zu ersetzende Wasserquantum gezogen werden sollen. In genauer Weise läßt sich das Gewicht der Pflanzenmasse nun freilich nicht in Rechnung bringen, weil man es nicht mit der Wage bestimmen kann, sondern abschätzen muß. Doch es giebt ein Mittel, das Gewicht der Pflanzenmasse ziemlich genau durch Rechnung zu finden. Kennt man nämlich das Gewicht des Gefäßes und das der eingefüllten Erde, kennt man ferner den procentischen Feuchtigkeitsgehalt, welchen die Erde beim Einfüllen hatte, und hat man durch Ergänzungsversuche bestimmt, bis zu welchem Grade die Versuchspflanze im Stande ist, den Feuchtigkeitsgehalt der verwendeten Erde zu vermindern, ehe sie zu welken beginnt, so braucht man nur noch eine Wägung des Versuchsgefäßes bei beginnendem Welken der Pflanzen auszuführen, um das Gewicht der vorhandenen Pflanzenmasse berechnen zu können.

3. Die Fehlergrenzen der Versuche dürfen nicht unbekannt sein, sie sind durch Ausführung von Parallelversuchen zu ermitteln und es muß jeder Versuch so oft wiederholt werden, als es erforderlich ist, um ein hinreichend genaues Durchschnittsresultat zu erzielen.

Diese Forderung ist ungemein wichtig, aber sie ist bei den weitaus meisten der bislang ausgeführten Düngungsversuche ganz und gar unberücksichtigt geblieben. Ich muß daher etwas näher auf dieselbe eingehen und will in der folgenden Darlegung ihre Nothwendigkeit klar zu machen suchen.

Gesetzt, auf einem Weizenacker von vielleicht 1 ha Größe soll ermittelt werden, wieviel Mehrertrag durch eine Düngung von etwa 90 Kilo löslicher Phosphorsäure und wieviel andererseits durch eine Düngung von 90 Kilo Thomas-Phosphorsäure erzielt werden kann.

Zu diesem Zweck theilt man den Acker in drei gleich große Theile, in drei „Parzellen", düngt die erste mit 30 Kilo löslicher Phosphorsäure, die zweite mit 30 Kilo Thomas-Phosphorsäure, läßt die dritte ohne Phosphorsäuredüngung und bestellt das ganze Stück gleichmäßig mit Weizen. Multiplicirt man nun die Ernteresultate einer jeden Parzelle mit 3, so findet man, welchen Ertrag der gesammte Acker ergeben haben würde, wenn man ihn entweder

1) mit 90 Kilo löslicher Phosphorsäure, oder

2) „ 90 „ Thomas-Phosphorsäure gedüngt, oder

3) ohne Phosphorsäuredüngung gelassen hätte. Zieht man alsdann den Ertrag 3 vom Ertrage 1 und 2 ab, so giebt der Mehrertrag von 1 und 2 die Wirkung der genannten Phosphorsäureformen an.

Giebt dieser Versuch nun ein zuverlässiges Resultat? Nein, denn man macht dabei zwei Voraussetzungen, die nicht zutreffen. Man macht die Voraussetzung, daß ein jedes Drittheil des Ackers, eine jede der drei Düngungsparzellen, genau die gleiche Bodenbeschaffenheit gehabt hat wie der ganze Acker, man macht ferner

die Voraussetzung, daß bei der ganzen Ausführung der Versuche keine Ungenauigkeiten und Ungleichmäßigkeiten vorgekommen sind, daß also z. B. die Vögel von der einen Parzelle nicht mehr gefressen haben als von der andern, alle ober- und unterirdischen Feinde auf der einen Parzelle nicht mehr zerstört haben als auf der andern, alle Ungenauigkeiten, die bei der Abgrenzung der Parzellen, der Düngung, der Einsaat, der Ermittelung des Ertrages ꝛc. vorkommen können, entweder vermieden worden, oder auf allen Parzellen gleich groß gewesen sind. Diese Voraussetzungen sind nun aber nicht richtig, denn die gedachten Ungleichmäßigkeiten und Ungenauigkeiten sind unvermeidlich. Es wäre mithin ganz fehlerhaft, wenn man den Acker in nur drei Parzellen theilen und jeder Parzelle eine andere Düngung geben wollte, man würde alsdann gar kein Urtheil darüber gewinnen, ob nicht vielleicht die Ungleichmäßigkeit des Bodens, die Beschädigung durch Feinde, die Ungenauigkeit in der Ausführung der Versuche ꝛc., kurz — der „**Fehler**“ des Versuchs auf der einen oder der andern Parzelle außerordentlich groß gewesen ist und man bei obiger Berechnung ein ganz und gar fehlerhaftes Resultat erhalten hat. Der Versuch muß vielmehr so eingerichtet werden, daß ein Urtheil über die Richtigkeit und Genauigkeit des Ertrages der Theilstücke des Ackers, der sogenannten Parzellen erhalten wird, und dies Urtheil ist nur dadurch zu gewinnen, daß man den betreffenden Acker nicht in 3, sondern in etwa 12 Parzellen theilt, alsdann nicht je eine, sondern je 4 auf der Ackerfläche gleichmäßig vertheilt liegende Parzellen ungedüngt liegen läßt, bezw. mit löslicher und mit Thomas-Phosphorsäure düngt. Erhält man alsdann von einer jeden der 4 „Parallelparzellen“ annähernd den gleichen Ertrag, und sind die Unterschiede, welche diese Parallelparzellen unter sich aufweisen, erheblich geringer als diejenigen Unterschiede, welche sie gegen die „Vergleichsparzellen“, d. h. gegen die anders gedüngten zeigen, so hat man ein zuverlässiges Urtheil über den eigentlichen Werth des Versuchs, man weiß

alsdann genau, ob und wie weit sich Schlüsse aus den Resultaten ziehen lassen. Zugleich aber — und dies ist ebenfalls sehr hoch anzuschlagen — hat man durch die Anlage der Parallelparzellen ein Mittel, die Ungenauigkeiten der Einzelversuche durch Summirung der Parallelerträge auszugleichen bezw. zu verringern.

Das folgende Beispiel macht dies klar.

Angenommen, eine Bodenfläche von 1 ha sei in 12 (gleichartig gedüngte) Parzellen getheilt und von den Parzellen seien die folgenden Erträge an Weizenkörnern erzielt worden:

Parzelle	Nr.	1 =	270	Kilo,
"	"	2 =	280	"
"	"	3 =	320	"
"	"	4 =	330	"
"	"	5 =	280	"
"	"	6 =	275	"
"	"	7 =	325	"
"	"	8 =	325	"
"	"	9 =	270	"
"	"	10 =	275	"
"	"	11 =	320	"
"	"	12 =	330	"
	Summa		3600	Kilo Körner.

Der Acker hat also in Summa 3600 Kilo Körner erbracht und auf je eine Parzelle berechnet sich ein Mittelertrag von **300** Kilo. Würde man nun aus dem Ertrage einer einzelnen Parzelle den Gesammtertrag des Ackers berechnen, so würde eine ganz unrichtige Zahl entstehen. Aus der Parzelle 12, welche 330 Kilo Ertrag geliefert hat, würde sich beispielsweise ein Gesammtertrag von nicht weniger als 3960 Kilo, aus Parzelle 1 dagegen nur 3240 Kilo ergeben. Berechnet man nun aber aus je 4 Parzellen den Gesammtertrag, so resultirt — die vier Parzellen mögen liegen, wie sie wollen — stets ein dem wirklichen Gesammtertrage des Ackers weitaus näher liegendes Resultat, als die vorstehend angeführten Zahlen es aufweisen. Zieht man z. B. von 1 an gerechnet jede dritte Parzelle, also 1, 4, 7 und 10 zur Berechnung, so resultirt eine Summe von 1200 Kilo, bezw. 3600 Kilo Ertrag für den Gesammtacker. Es haben sich hier die Minusabweichungen vom Mittel bei den Versuchen 1 und 10 durch Addition mit den Plusabweichungen der Versuche 4 und 7 so vollkommen ausgeglichen, daß ein absolut fehlerfreies Ergebniß entstanden ist. Die folgenden Beispiele zeigen, wie weit auch bei anders gewählter Reihenfolge der Parzellen eine Ausgleichung der Differenzen stattfindet.

Parzellen 2, 5, 8, 11	ergeben für den Gesammtacker:	3615	Kilo Ertrag,
„ 3, 6, 9, 12	„ „ „ „ :	3585	„ „
„ 1, 2, 7, 8	„ „ „ „ :	3600	„ „
„ 3, 4, 9, 10	„ „ „ „ :	3585	„ „
„ 5, 6, 11, 12	„ „ „ „ :	3615	„ „

Um also die Ungenauigkeiten der Erträge der Parallelparzellen zu ebnen, die Plus- und Minusabweichungen vom wahren Mittel durch Addition auszugleichen, vereinigt man die Ertragsergebnisse zu einer Summe und berechnet aus dieser Summe den mittleren Ertrag oder den Ertrag einer als Einheit angenommenen Bodenfläche von etwa 1 ha.

Ausdrücklich aber will ich an dieser Stelle hervorheben, daß eine Summirung der Erträge zum Zweck einer Ausgleichung der Fehler nur da statthaft ist, wo es sich um wirkliche **Parallelversuche** handelt, d. h. um Versuche, die auf dem **gleichen** Boden, bezw. unter **gleichen** Verhältnissen ausgeführt worden sind, daß aber eine Mittelberechnung nicht da statthaft ist, wo in verschiedenen Jahren, in verschiedenen Wirthschaften und auf verschiedenen Aeckern ausgeführte Versuche vorliegen. Auf diese komme ich weiter unten noch näher zurück.

4. Die Versuche sind so einzurichten, daß die zu prüfende Düngung möglichst hohe Mehrerträge gegen ungedüngt ergiebt, wodurch die Genauigkeit der Resultate vergrößert wird.

Gesetzt, der Fehler der Versuche betrage 2%. Das ist an sich eine sehr große Genauigkeit. Aber sie kann gering und zwar viel zu gering werden, wenn die Wirkung der Düngung, bezw. der Mehrertrag, relativ gering ist. Beträgt z. B. der Ertrag bei ungedüngt 100 Kilo, der Ertrag nach einer Düngung 105 Kilo, so ist ein Fehler von 2% viel zu groß, denn er berechnet sich bei einem Ertrage von 100 Kilo auf **2** Kilo, während der ganze durch die Düngung hervorgerufene Mehrertrag ja nur **5** Kilo beträgt. Steigert man nun aber durch die Düngung den Ertrag von 100 auf etwa 150 Kilo, so daß also der Mehrertrag **50** Kilo beträgt, so

macht ein Fehler von 2%, bezw. von 2 oder 3 Kilo so gut wie gar nichts aus.

Welche Mittel aber anzuwenden sind, um relativ hohe Mehrerträge zu erzielen, geben die nachfolgenden Forderungen an.

5. Man verwende einen Boden, welcher an dem zu prüfenden Nährstoff möglichst arm ist.

Ich will annehmen, auf der für einen Phosphorsäure-Düngungsversuch gewählten Parzelle kann ein Maximalertrag von 500 g Körner producirt werden. Verwendet man nun einen Boden, der so phosphorsäurereich ist, daß er schon ohne Düngung einen Ertrag von etwa 450 g Körner liefert, so kann man keine stärkere Phosphorsäuredüngung zur Anwendung bringen, als zu einer Production von nur 50 g Körner erforderlich ist. Der Mehrertrag gegen ungedüngt ist alsdann ein sehr geringer, der „Versuchsfehler“ ein im Verhältniß zu diesem Mehrertrage sehr großer und das Resultat ein entsprechend ungenaues. Verwendet man dagegen einen Boden, der so arm an Phosphorsäure ist, daß er in ungedüngtem Zustande einen Ertrag von nur 250 g Körner hervorbringt, so läßt sich eine fünfmal so starke Phosphorsäure-Düngung verwenden, ein fünfmal so hoher Mehrertrag (250 g statt 50 g) erzielen und dementsprechend ein viel genaueres Resultat gewinnen.

Nun ist es aber nicht leicht, einen Kulturboden zu finden, der — namentlich an Kali und Phosphorsäure — so arm ist, daß eine Düngung den Ertrag etwa auf das Doppelte steigert. Reiner Quarzsand würde ja genügend arm an allen Nährstoffen sein, aber es wäre in den weitaus meisten Fällen fehlerhaft, denselben zu verwenden. Ich hebe dies ausdrücklich hervor, weil von anderer Seite Düngungsversuche zur Ausführung gebracht worden sind, bei welchen man nach Hellriegel mit einem ausgewaschenen Quarzsand operirt hat. Dies war verkehrt. Die von Prof. Hellriegel mit so ausgezeichnetem Erfolge angewandte „Sandkulturmethode“ dient einem

ganz anderen Forschungsgebiet. Hellriegel läßt die Pflanzenwurzel in vollkommen gereinigtem Quarzsand, der mit Nährstofflösung getränkt ist, vegetiren und es ist klar, daß diese Versuche für die Lösung bestimmter physiologischer Fragen berechnet sind, nicht aber für Düngungsversuche von directer Beziehung auf practisch vorkommende Verhältnisse, welche die Eigenschaften eines wirklichen Kulturbodens voraussetzen.

Einem mit Salzsäure ausgezogenen und mit Wasser ausgewaschenen Quarzsand fehlen ja alle für die Wirkung eines Düngemittels in Betracht kommenden Eigenschaften des Kulturbodens, insbesondere das Absorptionsvermögen des Bodens, und wenn man beispielsweise fand, daß die wasserlösliche Phosphorsäure des sauren Kalkphosphats bei „Sandkulturversuchen" zwanzigmal besser wirkte als eine gleich große Menge Phosphorsäure in Form von Kalkpräcipitat, so mag ein solches Resultat für gewisse theoretische Untersuchungen verwendbar sein — für die practische Frage der Phosphorsäuredüngung aber hat es natürlich keine Bedeutung.

Es ist ja ganz selbstverständlich, daß die wasserlösliche Phosphorsäure in einem Bodenmaterial, welchem man durch Extraction mittelst Salzsäure alles genommen hat, was die Freibeweglichkeit der Phosphorsäure stören konnte, ganz anders wirken muß als in einem Kulturboden, in welchem — und wäre es der bloße Flugsand — stets so viel Kalk oder Eisenoxyd oder Thonerde enthalten ist, daß die Phosphorsäure „gebunden", „gefällt" und dadurch schwerbeweglich gemacht wird. Ein im Boden freibeweglicher Nährstoff wirkt ja selbstverständlich ganz anders als ein schwerbeweglicher. Der Salpeter z. B. bleibt in jedem Kulturboden freibeweglich, deshalb kommt seine ganze Menge sofort zur Aufnahme und Wirkung — die lösliche Phosphorsäure dagegen wird in jedem Kulturboden schwerbeweglich, deshalb kommt zunächst nur ein Theil der gegebenen Menge zur Aufnahme und Wirkung; der Rest bleibt im Boden zurück.

Diese Verhältnisse aber darf man nicht außer Acht lassen, und man darf für Versuche, welche der Lösung practischer

Düngungsfragen unvermittelt dienen sollen, keinen „Boden“ verwenden, wie er in der Natur nirgends vorkommt und der überhaupt gar keine „chemischen Bodeneigenschaften“ besitzt. Gereinigter Quarzsand ist ein gänzlich indifferentes Material.

Wir stehen also vor der Aufgabe, einen Boden zu beschaffen, der möglichst arm an Kali, oder Phosphorsäure, oder Stickstoff ist, dabei aber doch die Eigenschaften eines „Kulturbodens“ besitzt.

Wo wird man einen solchen finden?

Nehmen wir die Krume eines Ackers, so haben wir zwar die Eigenschaften eines Kulturbodens, aber sein Nährstoffgehalt ist meist ein zu hoher. Beseitigen wir dagegen die Krume und nehmen Boden aus dem Untergrund, so erhalten wir zwar in vielen Fällen ein Material, welches arm an Nährstoffen ist; aber es fehlen diesem Material die physikalischen Eigenschaften eines normalen Kulturbodens. Der Untergrundboden ist „todt“, unthätig, er „setzt sich leicht zusammen“, es fehlt ihm die wünschenswerthe Durchlüftung, die Lockerheit, der Humusgehalt &c.

Wie soll man sich da helfen?

Ich denke, es ist das nicht so schwer. Das geeignetste Material bietet jedenfalls die Krume eines an Kali, oder an Phosphorsäure, oder an Stickstoff einseitig ausgeraubten Ackers. Findet sich nun eine derartige Ackerkrume nicht leicht — nun, so stellen wir sie uns her. Ich habe Beete von circa 30 qm Flächeninhalt bis auf 60 cm Tiefe ausheben und mit Ackerkrume füllen lassen. Diese Beete sind bis zur angegebenen Tiefe durch Backsteinmauern von einander abgegrenzt und der eingefüllte Boden wird durch Pflanzenkultur einseitig an Kali, oder an Phosphorsäure oder an Stickstoff beraubt. Der an Kali einseitig zu beraubende Boden wird jährlich mit Stickstoff und Phosphorsäure gedüngt und vorzugsweise mit Kartoffeln, Rüben &c. so lange bestellt, bis ausgesprochener und genügend großer Kalimangel eingetreten ist. Der an Phosphorsäure zu beraubende wird mit Kali und Stickstoff, der an Stickstoff zu beraubende mit

Phosphorsäure und Kali gedüngt und mit Pflanzen bestellt, welche besonders viel von dem zu raubenden Nährstoff consumiren. Auf diese Weise ist es nicht schwer, einen Boden zu gewinnen, der sich in ganz vorzüglicher Weise für die Versuche eignet und dessen Herrichtungsart und Verwendungsfähigkeit wohl als durchaus einwurfsfrei angesehen werden darf.

6. Man wähle Pflanzen für die Versuche, welche ein hervorragendes Düngebedürfniß für den zu prüfenden Nährstoff haben.

Diese Forderung bedarf wohl keiner weiteren Erläuterung. Wenn ich gesagt habe, daß für Kalidüngungsversuche ein an Kali armer, für Phosphorsäuredüngungsversuche ein an Phosphorsäure armer Boden zu verwenden sei, so muß man sich daran erinnern, daß „arm" ein relativer Begriff ist und sich nicht nur auf den Boden, sondern zugleich auch auf die Pflanze bezieht. Ein und derselbe Boden kann sich in dem einen Fall „arm" in dem anderen „reich" an Kali verhalten je nach der Pflanzenart, welche auf ihm gebaut wird. Gegen eine viel leichtlösliches Kali beanspruchende Pflanze wird ein Boden sich „kaliarm" zeigen, gegen eine wenig lösliches Kali beanspruchende Pflanze dagegen kann der gleiche Boden sich wie ein „kalireicher" verhalten. Erfordert ein Kalidüngungsversuch also einen „kaliarmen", ein Phosphorsäuredüngungsversuch einen „phosphorsäurearmen" Boden, so schließt dies gleichzeitig die Forderung ein, Versuchspflanzen zu verwenden, welche möglichst viel leichtlösliches Kali bezw. viel leichtlösliche Phosphorsäure bedürfen.

7. Von demjenigen Nährstoff, dessen Wirkung durch den Versuch geprüft werden soll, darf kein unwirksam bleibender Ueberschuß gegeben werden.

Gesetzt, eine Düngung von 20 Kilo Superphosphat-Phosphorsäure habe einen Mehrertrag von 100 Kilo, und eine Düngung von 20 Kilo Thomas-Phosphorsäure habe den gleichen Mehrertrag ergeben — ist man alsdann zu schließen berechtigt,

daß die Thomas-Phosphorsäure ebenso wirksam ist als die Superphosphat-Phosphorsäure? Nein, man hat dazu gar keine Berechtigung; der Schluß kann ganz und gar falsch sein. Wenn man nach einer Düngung von 20 Kilo Superphosphat-Phosphorsäure einen Mehrertrag von 100 Kilo Erntemasse erhalten hat, so ist damit noch nicht gesagt, daß die 20 Kilo Phosphorsäure in ganzer Menge nöthig waren, um die 100 Kilo Mehrertrag hervorzubringen, es liegt vielmehr die Möglichkeit vor, daß man schon durch etwa 10 Kilo löslicher Phosphorsäure den gleichen Mehrertrag hätte erhalten können. Eine **überschüssige** Menge von Phosphorsäure kann in der Superphosphatdüngung gegeben worden sein, und die erhaltenen Ertragsziffern bieten alsdann keinen der Wahrheit entsprechenden Ausdruck für das Werthverhältniß der beiden Phosphorsäureformen. Es ist eine der allerwichtigsten Aufgaben des Versuchsanstellers, dafür zu sorgen, daß im Verhältniß des zu prüfenden Nährstoffs alle übrigen Ertragsfactoren im Ueberschuß vorhanden sind, damit der zu prüfende zur vollen Wirkung kommen kann. Nur unter dieser Voraussetzung ist es berechtigt, aus der nachgewiesenen **Leistung** eines Düngemittels auf seine Leistungs**fähigkeit** zu schließen.

Es sei mir zur Erläuterung ein Beispiel gestattet. Gesetzt, ein Riese und ein Zwerg sollen auf das Maß ihrer Kraft geprüft werden. Man giebt zu diesem Zweck dem Riesen wie dem Zwerg ein Pfundstück in die Hand und — aus der Thatsache, daß ein jeder von ihnen das Pfundstück zu tragen vermag, schließt man, daß sie beide die gleiche Kraft besitzen. Ist dieser Schluß richtig? Nein, ein Kind würde uns darüber auslachen. Ein Pfundstück zu heben, bringt der Zwerg so gut fertig wie der Riese. Aus dieser höchst geringen Leistung der Beiden aber auf ihre Leistungs**fähigkeit** schließen zu wollen, wäre Unsinn. Will man prüfen, wieviel Kraft der Riese hat und wieviel der Zwerg, so, meine ich, packt man jedem von ihnen so lange Pfundstücke auf, bis sie keine mehr tragen können, bis also ihre volle Kraft in Anspruch genommen

worden ist. Alsdann zählt man die Pfundstücke, die der Zwerg, und diejenigen, die der Riese hat tragen können und so erfährt man die Leistungsfähigkeit eines jeden von ihnen.

Wenn man also prüfen will, wie groß die Productionsfähigkeit beispielsweise der Thomasphosphorsäure im Verhältniß zur Superphosphat-Phosphorsäure ist, so muß man dafür sorgen, daß bei beiden Phosphorsäureformen die volle Productionskraft zur Verwendung kommt. Bleibt auf der einen Seite oder gar auf beiden Seiten (wie es bei unzählig vielen Düngungsversuchen geschehen ist und noch immer geschieht) ein Kraftüberschuß, der zu wirken verhindert wurde, weil es an Raum oder an Wasser oder an den ergänzenden Nährstoffen fehlte, so ist eine Vergleichung der Resultate natürlich nicht möglich.

Die Forderung, daß mit Ausnahme des zu prüfenden Nährstoffs alle für die Pflanzenentwickelung nothwendigen Stoffe in einer der erzielbaren Maximalproduction entsprechenden Menge vorhanden seien, läßt sich nun freilich nicht ganz leicht erfüllen, denn die Nährstoffe dürfen andererseits auch nicht in so großem Ueberschuß gegeben werden, daß sie nachtheilig auf die Pflanzen wirken. Sie sind zu bemessen:

1) nach der Menge desjenigen Düngemittels, dessen Wirkung geprüft werden soll,
2) nach dem Gehalt des betreffenden Bodens an disponiblen Nährstoffen,
3) nach dem Absorptionsvermögen des Bodens,
4) nach dem specifischen Düngebedürfniß der betreffenden Versuchspflanze,
5) nach der specifischen Empfindlichkeit der betreffenden Versuchspflanze gegen ein Uebermaß der Düngemittel,
6) nach der Menge der auf dem gegebenen Vegetationsraum erzielbaren Pflanzenmasse.

Eine genaue Kenntniß des betreffenden Bodens und der Eigenschaften der betreffenden Kulturpflanze 2c., sowie eine längere Erfahrung in der Ausführung der Versuche ist erforderlich, um hierin das Richtige zu treffen und die ganze

Entwickelung der Pflanze so zu leiten, daß jede Differenz im Ernteertrage einzig und allein auf den Einfluß des einen zu prüfenden Nährstoffs oder sonstigen Vegetationsfactors zurückgeführt werden kann. Die Kulturen müssen unter beständiger sachkundiger Aufsicht stehen; denn unterscheidet sich der wissenschaftliche Versuch wesentlich dadurch vom Feldversuch, daß bei letzterem die Wirkung des zu prüfenden Düngemittels dem Einfluß aller möglichen Zufälligkeiten nicht entzogen werden kann, beim wissenschaftlichen Versuch dagegen alle Factoren, die das Resultat zu trüben im Stande sind, beherrscht werden können, so ist es Aufgabe des Experimentators, auch wirklich strenge Herrschaft zu üben und dem Zufall keinen Raum zu geben. Nur unter dieser Bedingung lassen sich genaue und zuverlässige Resultate erzielen.

Wie nun aber — so tritt uns jetzt die höchst wichtige Frage entgegen — soll der Forscher sich und Anderen den Nachweis erbringen, daß die oben gestellte Forderung in befriedigender Weise bei seinen Versuchen erfüllt worden ist? Wenn ich sage, ich habe bei meinen Versuchen, bei welchen ich beispielsweise die Wirkung der Superphosphat-Phosphorsäure mit derjenigen der Thomas-Phosphorsäure vergleichen wollte, eine Düngung von etwa 1 g Phosphorsäure pro Vegetationsgefäß angewandt und habe den Pflanzen, damit die Phosphorsäure zur Wirkung kommen konnte, eine Beidüngung von etwa 1 g Kali und 2 g Stickstoff gegeben — ist es alsdann dem Landwirth möglich, aus dieser Angabe ein Urtheil zu gewinnen, ob ich die oben gestellte Forderung erfüllt habe und ob demgemäß meine Resultate unter einander vergleichbar sind? Nein, das ist nicht möglich. Die 2 g Stickstoff und das 1 g Kali konnten genau die richtige Menge gewesen sein; ebensogut aber auch konnte dies Quantum ein zu geringes, oder auch ein zu reichliches gewesen sein — man kann das nicht ohne Weiteres beurtheilen. Ich will ein Beispiel anführen. Gesetzt, ich habe Weizen als Versuchspflanze gewählt und eine Düngung von je 1 g Phosphorsäure pro Gefäß gegeben. Auf je 1 g Phos-

phorsäure hat der Weizen $1^1/_2$ g Kali und 3 g Stickstoff aufzunehmen, um eine Erntemasse von normaler Zusammensetzung zu liefern. Also hätte ich auf je 1 g Phosphorsäure eine Beidüngung von $1^1/_2$ g Kali und 3 g Stickstoff zu geben? Nein, nicht in jedem Fall, wie man aus Folgendem ersieht.

a. Ich weiß es noch nicht, wieviel Phosphorsäure die Weizenpflanze aus der dargebotenen Menge von 1 g aufzunehmen im Stande ist; kann sie die Phosphorsäuredüngung etwa nur zu 50 oder nur zu 25 % ausnutzen, die Kali- und Stickstoffdüngung dagegen zu etwa 60 oder 70 oder 80 %, so waren die als Beidüngung gewählten Mengen ja zu reichlich bemessen.

b. Ich weiß es noch nicht, wieviel disponible Phosphorsäure der zu dem Versuch gewählte Boden der Pflanze bietet. Vermag er etwa 1 g oder gar 2 g Phosphorsäure zu liefern und ich bringe noch 1 g durch die Düngung hinzu, so resultiren 3 g disponible Phosphorsäure, welche nicht weniger als $5^1/_2$ g Kali und 9 g Stickstoff erfordern, und welche — im Fall der Boden arm an Kali und Stickstoff — nicht zur Wirkung würden kommen können, wenn nur $1^1/_2$ g Kali und 3 g Stickstoff wären gegeben worden.

c. Möglich aber ist es ja auch, daß der für den Versuch gewählte Boden keinen Ueberschuß an Phosphorsäure, sondern einen Ueberschuß an Kali und vielleicht auch an Stickstoff besitzt, einen Ueberschuß, der möglicherweise so groß ist, daß die als Düngung gegebene Phosphorsäuremenge (1 g) vollkommen zur Wirkung kommen kann, ohne daß eine Beidüngung von Stickstoff und Kali erforderlich ist. In diesem Fall würde die Beidüngung von $1^1/_2$ g Kali und 3 g Stickstoff nicht nur überflüssig sein, sondern sie könnte sogar, indem sie sich zu dem im Boden bereits vorhandenen Ueberschuß addirt, nachtheilig wirken.

d. Möglich ist es ferner, daß die vorgesehenen Mengen von $1^1/_2$ g Kali und 3 g Stickstoff zwar erforderlich sind, um die als Düngung gegebene Phosphorsäure zur vollen Wirkung kommen zu lassen, daß aber die Weizenpflanze es nicht vertragen kann, wenn die genannten Düngungen in ganzer Menge

schon bei der Einsaat gegeben werden, es vielmehr nothwendig ist, sie in zwei oder drei Portionen anzuwenden, etwa ein Drittheil bei der Einsaat, ein Drittheil nach der Bestockung und den Rest beim Schossen zu geben.

Noch viel weiter ließen sich die Möglichkeiten, welche hier in Betracht zu ziehen sind, variiren; aber das Angeführte wird genügen, um zu zeigen, wie man den für den Versuch gewählten Boden, die betreffende Pflanze ꝛc. kennen muß, um zu vergleichbaren und einwurfsfreien Resultaten zu gelangen.

Aus einer einfachen Angabe der als Beidüngung oder „Grunddüngung" gewählten Mengen von Pflanzennährstoffen also kann man kein Urtheil darüber gewinnen, ob im gegebenen Fall die oben besprochene Forderung erfüllt worden ist oder nicht, denn je nachdem die besonderen Verhältnisse sind, kann bald 1/2 g, bald 1 g, bald 1 1/2 g und noch mehr Kali oder Stickstoff gegeben werden müssen, um eine Düngung von je 1 g Phosphorsäure in den Stand zu setzen, zur vollen Wirkung zu gelangen. Ich habe daher, um zu keinen Irrthümern und zu keinen unrichtigen Folgerungen Anlaß zu geben, bei den unten folgenden Mittheilungen über unsere Versuche absichtlich keine Zahlenangaben über die Menge der „Beidüngungen" gemacht. Wie aber der Nachweis, daß im speciellen Fall die Beidüngung, die Wasserversorgung ꝛc. ꝛc. in richtiger Weise geschehen ist, erbracht werden kann und erbracht werden muß, das wird man aus der jetzt folgenden höchst wichtigen Forderung ersehen.

8. **Man wende den zu prüfenden Nährstoff in verschiedenen Mengen an und ziehe die erhaltenen Resultate nur so weit zum Vergleich, als die Zunahme des Mehrertrages mit der steigenden Düngung annähernd gleichen Schritt gehalten hat.**

Angenommen, steigende Düngungen von
1, 2, 3, 4, 5 g Stickstoff haben Mehrerträge von **100, 200, 300, 400,** 420 g hervorgebracht, so sieht man auf den ersten Blick, daß bis zur vierten Düngung

die Zunahme des Mehrertrages gleichen Schritt mit der steigenden Düngung gehalten hat, während bei der fünften Düngung die gegebene Stickstoffmenge nicht mehr zur vollen Wirkung gekommen ist. Es muß beim Versuch 5 an Kali, oder an Stickstoff, oder an Kalk, oder an Wasser oder an irgend einem anderen Factor gefehlt haben, während für die Düngungen 1 bis 4 durch die gleichmäßige Zunahme des Mehrertrages der Beweis geliefert worden ist, daß mit Ausnahme des zu prüfenden Nährstoffs — des Stickstoffs — alle für die Entwickelung der Pflanze nothwendigen Factoren in genügender Menge vorhanden gewesen sind, die unter 7 genannte Forderung also erfüllt worden ist. Bei der Verwendung der Resultate wird man alsdann die Versuche 1—4 acceptiren, Versuch 5 dagegen verwerfen. Ich wiederhole, daß Düngungsversuche, bei welchen das zu prüfende Düngemittel nicht in verschiedenen Mengen zur Anwendung gekommen ist, Resultate ergeben, über deren Zuverlässigkeit man kein Urtheil hat, falls man nicht noch auf anderem Wege den Nachweis erbringen kann, daß die gegebene Nährstoffmenge in ihrer Wirkung nicht gehindert worden ist. Hiervon wird weiter unten die Rede sein.

9. Die Düngungsversuche müssen so angelegt sein, daß der Ertragsunterschied zwischen zwei mit einander zu vergleichenden Düngungen nicht durch mehrere, sondern nur durch den einen speciell zu prüfenden Bestandtheil des Düngemittels hervorgerufen sein kann.

Hat man sich beispielsweise die Aufgabe gestellt, den Wirkungswerth der im Peruguano enthaltenen Phosphorsäure im Vergleich zur Superphosphat-Phosphorsäure zu ermitteln, so hat man natürlich zu berücksichtigen, daß der Peruguano außer Phosphorsäure auch noch Stickstoff und Kali enthält, diese beiden Bestandtheile aber keinen Einfluß auf das Ernteresultat ausüben dürfen. Man will ja nur den Werth der

Phosphorsäure, nicht aber den Gesammtdüngewerth des Guano ermitteln. Der beim Guanodüngungsversuch erhaltene Mehrertrag also darf nichts weiter als der Ausdruck der Phosphorsäurewirkung sein. Wie aber lassen sich der Stickstoff und das Kali des Guano unwirksam machen? Entfernen kann man diese Bestandtheile natürlich nicht; aber ist es nicht möglich, ihre Wirkung fortzuschaffen? Gewiß, und es ist das ganz einfach: man düngt die betreffenden Parzellen mit einem Ueberschuß von Stickstoff und Kali. Wo bereits ein Ueberschuß von Stickstoff und Kali im Boden vorhanden ist, da kann eine weitere Zugabe nicht mehr von Wirkung sein. Führt man also eine Vergleichsdüngung von Superphosphat einerseits und Peruguano andererseits auf einem Boden aus, der einen Ueberschuß an Stickstoff und Kali enthält, oder dem ein solcher durch Düngung gegeben worden ist, so bleiben Stickstoff und Kali des Peruguano wirkungslos und die erzielten Mehrerträge sind ausschließlich auf eine Wirkung der Phosphorsäure zurückzuführen.

Was nun die practische Ausführung der Versuche betrifft, welche in allen Einzelheiten den oben aufgestellten Forderungen Rechnung tragen soll, so bieten die verschiedenen Operationen — das Mischen der Erde, das Einfüllen in die Gefäße, die Düngung, Einsaat, Wasserversorgung, Schutz vor Beschädigungen, Ernte, Trocknen der Erntemasse, Trennung der Körner vom Stroh 2c. — eine Reihe größerer und kleinerer Schwierigkeiten, deren Beseitigung dem Verfasser eine vieljährige Arbeit und das Opfer vieler Versuche gekostet hat. Es würde zu weit führen, an dieser Stelle eine eingehende Beschreibung der hierüber vorliegenden Erfahrungen zu geben. Es ist auch nicht meine Aufgabe, in dieser Schrift eine Anleitung zu einer practischen Ausführung meiner Düngungsversuche zu bieten; ich habe vielmehr über die Art der Ausführung meiner Versuche nur so weit Mittheilung zu machen, als es

zur Beurtheilung der von mir erzielten Resultate und der aus denselben gezogenen Schlüsse nothwendig ist. In dieser Beziehung kommt es ja wesentlich auf die Principien an, nach welchen die Versuche ausgeführt, ihre Resultate geprüft und Schlüsse aus denselben gezogen worden sind. Die Principien meiner Methode aber habe ich oben dargelegt und eingehend begründet.

Nur einige kleine Notizen dürften vielleicht noch von Interesse sein; ich will sie in Folgendem geben.

1. Die Vegetationsgefäße, sowie auch die Cylinder, welche die Bodenparzellen umschließen, habe ich aus starkem Zinkblech anfertigen lassen. Auch verzinktes Eisenblech ist verwendbar. Die Innenfläche der Gefäße lasse ich mit Asphaltlack überziehen, doch habe ich gefunden, daß dies nicht absolut nothwendig ist. Das Zink hält sich auch ohne solchen Ueberzug ganz gut, und auf die Vegetation der Pflanzen übt weder das lackirte noch auch das nicht lackirte Zink einen störenden Einfluß.

2. Die freistehenden Gefäße sind so eingerichtet, daß man das zuzuführende Wasser auch von unten geben, das heißt durch eine Seitenöffnung einfließen und auf dem Boden des Gefäßes sich vertheilen lassen kann. Es ist zweckmäßig, mit der von oben und von unten zu bewirkenden Wasserzufuhr abzuwechseln, besonders dann, wenn mit Salzen gedüngt worden ist, welche vom Boden nicht absorbirt werden. Der Grund hierfür ist ohne Weiteres verständlich.

3. Der Boden der freistehenden Gefäße wird zunächst mit einer $2^1/_2$ cm hohen Kiesschicht (Granitkies von 2 bis 6 mm Korngröße) bedeckt und auf diese die betreffende Erde geschichtet.

4. Für diejenigen Pflanzen, welche eines Haltes bedürfen (Erbsen, Wicken 2c.), verwenden wir, soweit es sich um Gefäße von kleinerem Durchmesser handelt, Gestelle aus verzinktem und mit Asphaltlack überzogenem Eisendraht, welche den Gefäßen aufgesetzt werden, während wir bei Gefäßen und Parzellen von größerem Durchmesser auch Stäbe aus Fichtenholz von erforderlicher Länge und Stärke benutzen.

5. Bezüglich der Tiefe, bis zu welcher die Düngemittel in den Boden zu bringen sind, pflegen wir uns an die in der landwirthschaftlichen Praxis üblichen Verhältnisse zu halten. Es werden die Düngemittel mit einer Bodenschicht gleichmäßig vermengt, welche bis zu einer Tiefe von 20—25 cm reicht.

6. Zur Aussaat wird ein gutes, keimkräftiges Saatgut verwendet, welches, so weit nothwendig und ausführbar, durch Auslese von verkümmerten Körnern befreit ist.

7. Die Samenkörner werden in gewöhnlichem Zustande, also nicht etwa in Wasser zuvor aufgequollen oder angekeimt, in den Boden gebracht. Um bei jedem Versuch und für jedes Korn die gleiche Saattiefe einzuhalten, werden die Körner auf die sorgfältig geebnete und mit einem hölzernen Stampfer geglättete Erde gelegt, gleichmäßig vertheilt, mit dem Stampfer etwas angedrückt und darauf mit soviel gesiebter Erde bedeckt, als es je nach der Art und der Größe der Samenkörner zweckmäßig ist.

8. Bezüglich der Saatstärke halten wir uns im Allgemeinen an die in der Praxis übliche. In den meisten Fällen wählen wir die Maximalquantitäten und mitunter darüber hinaus, um eine möglichst gleichmäßige Entwickelung und möglichste Ausgleichung der Individualitätsunterschiede zu erzielen. Da nicht jedes Korn aufgeht, auch einige Pflanzen von Insecten beschädigt werden und bald nach ihrem Aufgehen wieder absterben, so reduciren wir in der Regel die einige Tage alten Pflänzchen durch Ausschneiden oder Ausziehen auf die gewünschte und auf allen Parzellen gleichzustellende Anzahl.

Ich will bemerken, daß die für eine vollständige Ausnutzung der Düngung nothwendige Anzahl von Pflanzenindividuen innerhalb nicht sehr eng gezogener Grenzen schwankt. Eine relativ dünne Aussaat bestockt und entwickelt sich bekanntlich stärker, eine relativ dicke Aussaat schwächer, so daß ein Ausgleich stattfindet, und die Frage nach der anzuwendenden Quantität des Saatguts keine so großen Schwierigkeiten macht. Die Praxis führt recht bald zum richtigen Maß.

Daß die Grenzen ziemlich weit gezogen sind, ersieht man aus den folgenden Resultaten.

Bei Versuchen mit Hafer (Versuchsreihe 16) wurde an Trockensubstanz geerntet:

	Stroh.	Körner.
	g	g
Einsaat von je 1 g Haferkörner.	24,1	13,5
	25,3	12,8
	25,1	11,9
	24,1	14,5
Mittel	**24,7**	**13,2**

	Stroh.	Körner.
Einsaat von je $^1/_2$ g Haferkörner.	24,6	12,9
	25,6	12,8
	25,4	13,7
	24,7	14,3
Mittel	**25,1**	**13,4**

Die Aussaat von $^1/_2$ g Haferkörner pro Gefäß hat also die gleichen Erträge producirt als die Aussaat von 1 g Körner.

9. Um den Einfluß von Wind und Beschattung zu eliminiren bezw. gleichzustellen, werden die Gefäße außerhalb der Wirkungssphäre beschattender oder die Luftströmung hindernder Gegenstände einreihig oder zweireihig aufgestellt, und es wird darauf geachtet, daß die Pflanzen des einen Versuchs nicht beschattend oder die Luftströmung hemmend auf die Pflanzen des anderen Versuchs wirken. Da die Pflanzen je nach der Düngung sich verschieden entwickeln, die stärker entwickelten aber auch entsprechend stärker beschattend wirken, so muß man, um die Vegetationsfactoren Licht und Luftströmung überall gleich groß zu erhalten, die Gefäße genügend weit auseinanderstellen und die Anordnung derselben von Zeit zu Zeit wechseln.

10. Gegen Beschädigung durch Vögel lassen die Pflanzen sich nur dadurch schützen, daß man sie während der Zeit der Samenreife mit Drahtgitter umgiebt. Alle übrigen von uns versuchten Mittel sind von unzureichendem Erfolge gewesen.

11. Ueber die Frage, zu welcher Zeit die Einsaat zu geschehen hat, und in welchem Vegetationsstadium die Pflanzen

geerntet werden sollen, hat der specielle Versuchszweck, die specielle Fragestellung natürlich zu entscheiden. In der Regel säen wir zur üblichen Zeit der Ackerbestellung ein und ernten die Pflanzen in völlig ausgereiftem Zustande, genau so wie es in der Praxis geschieht. Bei gewissen Versuchsreihen aber haben wir die Pflanzen in verschiedenen Entwickelungsstadien geerntet, theils in der Blüthe, theils bei beginnender, theils nach beendeter Fruchtreife. Beispielsweise haben wir das bei Phosphorsäure-Düngungsversuchen gethan. Die Feststellung der Düngewirkung der Phosphate nach einerseits halbvollendeter, andererseits ganzvollendeter Vegetationszeit hat insofern ein Interesse, als dadurch Anhaltspunkte zur Beurtheilung der schneller oder langsamer eintretenden Wirkung der Phosphate gewonnen werden können; denn es ist ja möglich, daß ein schneller wirkendes Phosphat innerhalb einer kürzeren Vegetationsdauer höhere Ernteresultate liefert als ein langsamer wirkendes, während beide Phosphate vielleicht die gleichen Ergebnisse aufweisen, wenn sie während einer längeren Vegetationszeit auf die Pflanzen wirken können.

12. Es sei noch die nicht unwichtige Frage besprochen, welche Ermittelungen man in der Erntesubstanz vorzunehmen hat. Ich gebe hierüber das Folgende an.

Die Erntesubstanz ist zunächst der Menge nach zu bestimmen und zwar ist es nothwendig, die Trockensubstanz (bei 100 °C getrocknete Substanz) derselben zu ermitteln. Die Feststellung der lufttrockenen Substanz genügt nicht, sie ist nicht genau. Selbst nach monatelanger Aufbewahrung der Substanz zeigt sich der Feuchtigkeitsgehalt der verschiedenen Proben nicht übereinstimmend genug; je nach den Schwankungen im relativen Feuchtigkeitsgehalt der Luft ändert sich auch das Gewicht der lufttrockenen Substanz. Wir verfahren in folgender Weise.

Die lufttrockene Substanz wird gewogen, alsdann — so weit es Stroh und Kraut betrifft — auf einer besonders für diesen Zweck construirten Häckselmaschine kleingeschnitten. Die

zerschnittene Substanz wird gesammelt, sorgfältig gemischt, eine Mittelprobe von 20 bis 30 bis 50 g in ein Trockengefäß gebracht, genau gewogen und in einem besonders hierfür construirten Dampfapparat bei constanter Dampftemperatur so lange getrocknet, bis keine Gewichtsabnahme mehr nachzuweisen ist. Körner und Früchte werden in zerkleinerter oder auch unzerkleinerter Form in gleicher Weise behandelt.

Ueber den Grad der Genauigkeit dieser Bestimmung sind weiter unten die Belege erbracht.

Aber wir müssen weiter fragen: ist die Feststellung der geernteten Trockensubstanz an Stroh und Körnern bezw. an Kraut und Knollen in allen Fällen genügend? Ist sie beispielsweise bei Versuchen genügend, welche den relativen Düngewerth verschiedener Phosphate ermitteln sollen? Durchaus nicht. Um ein klares und zuverlässiges Urtheil über den relativen Düngewerth der Phosphate zu erhalten, muß man auch den Phosphorsäuregehalt der geernteten Pflanzenmasse feststellen. Ich gebe das Folgende zu erwägen.

Erhält man nach einer Düngung von etwa 10 Theilen wasserlöslicher Phosphorsäure **100** Theile Mehrertrag, nach einer Düngung von 10 Theilen Thomas-Phosphorsäure **50** Theile Mehrertrag, so nimmt man an, daß die Pflanze aus der in den Boden gebrachten löslichen Phosphorsäure doppelt so viel sich hat aneignen können als aus der gleichen Menge Thomas-Phosphorsäure. Bei dieser Annahme macht man die Voraussetzung, daß die von der Pflanze aufgenommene Phosphorsäure in ganzer Menge zur Bildung von Pflanzensubstanz verarbeitet worden ist bezw. die Pflanze nicht mehr Phosphorsäure aufgenommen hat, als sie verarbeiten konnte, denn sonst wäre ja der Schluß verkehrt. Nun ist es aber fraglich, ob solche Voraussetzung unter allen Umständen zutrifft.

Es ist die Möglichkeit wohl nicht ganz ausgeschlossen, daß bei dem einen oder dem andern Phosphat die Pflanze etwas mehr Phosphorsäure aufgenommen hat, als sie zu Pflanzensubstanz verarbeiten konnte; denn wenn es auch Aufgabe der exacten

3*

Versuchsanstellung ist, alle diejenigen Aenderungen in den Vegetationsverhältnissen der Pflanze sorgfältig zu verhüten, welche einer vollständigen Verarbeitung der aufgenommenen Nährstoffe hindernd in den Weg treten könnten, so ist eine absolute Vermeidung kleiner Störungen doch immer nur das ideale Ziel, welches man nicht vollkommen, sondern nur annähernd zu erreichen im Stande ist. Die Bestimmung des Phosphorsäuregehaltes der Erntemasse ist daher von Werth; sie kann dazu beitragen, die Exactheit der Versuche zu vergrößern, jedenfalls sie zu prüfen. Es kann ferner vorkommen, daß ein schwerlösliches Phosphat, z. B. der grobe Siebrückstand der Thomasschlacke, einen Mehrertrag an Pflanzenmasse bewirkt, welcher trotz thatsächlicher Vermeidung jeder Unregelmäßigkeit in der Pflanzenentwickelung geringer ist, als der von der Pflanze aufgenommenen Phosphorsäuremenge entspricht. Dieser Fall kann dadurch eintreten, daß das schwerlösliche Phosphat die Pflanze während ihrer ersten Entwickelung, in welcher sie verhältnißmäßig viel Phosphorsäure bedarf, hungern läßt, in einem späteren Entwickelungsstadium dagegen mehr Phosphorsäure liefert, als die durch Hunger zurückgebliebene Pflanze verarbeiten kann, woraus folgt, daß der procentische Phosphorsäuregehalt der geernteten Pflanzenmasse nach einer Düngung mit schwerlöslichem Phosphat ev. größer sein kann als nach einer Düngung mit leichtlöslicher Phosphorsäure. Dies würde aber bei der Beurtheilung des Düngewerthes der Phosphate in Betracht zu ziehen sein, und es unterliegt daher keinem Zweifel, daß es zweckmäßig, unter Umständen sogar nothwendig ist, nicht nur die nach den Phosphatdüngungen oder Kali- oder Stickstoffdüngungen geerntete Pflanzenmasse, sondern auch die in dieser Pflanzenmasse geernteten Nährstoffmengen durch chemische Analyse zu ermitteln.

Ich habe jetzt noch die Aufgabe, einige Einwürfe zu beseitigen, welche man gegen meine Methode gemacht hat.

Zunächst hat man es getadelt, daß ich mir vorgesetzt habe, den Düngungsversuch, was seine Exactheit angeht, zu dem Range eines physikalischen Experimentes zu erheben; man hat meinen Standpunkt als einen „hyperkritischen" bezeichnet und hat geglaubt, daß es „zweckmäßiger" und „öconomischer" sei, sich mit Düngungsversuchen von geringerer Genauigkeit zu begnügen, dann aber niemals einen Ausspruch zu thun, bevor „das gleiche Resultat unter ähnlichen Umständen wieder und wieder erhalten worden sei". Anstatt die Beweiskraft des einzelnen Versuchs bis zum äußersten zuzuschärfen, hat man es für richtiger gehalten, durch „**Summirung** von an sich fehlerhaften Düngungsresultaten eine Beweiskraft zu erlangen, wie sie jeder einzelne Versuch an sich nicht besitzt".

Ich bemerke hierzu, daß ich gegen die angeführte Art der Fehlerausgleichung durchaus nichts einzuwenden habe, denn sie ist ja nichts anderes als das von mir befolgte Princip (s. S. 16). Um die mit zu großen Fehlern behafteten Einzelversuche für eine Schlußfolgerung brauchbar zu machen, wiederhole ich ja jeden Versuch drei- bis sechsmal und erhalte dann, indem die Plus- und Minusfehler der Einzelversuche durch Addition sich ausgleichen, Durchschnittsresultate von befriedigender Genauigkeit. Während ich aber das genannte Verfahren der Fehlerausgleichung nur für Versuchsergebnisse angewendet wissen will, welche unter gleichen Verhältnissen — auf dem gleichen Boden, unter gleichen Witterungsverhältnissen, in dem gleichen Jahre 2c. — gewonnen worden sind, will man von anderer Seite es auch bei Versuchen zur Anwendung bringen, die man auf verschiedenen Aeckern, an verschiedenen Orten und sogar in verschiedenen Jahren ausgeführt hat. Das aber ist meiner Ansicht nach unrichtig, und ich muß der großen Wichtigkeit dieses Gegenstandes halber etwas näher hierauf eingehen.

Die sogenannte „summarische" Methode der Felddüngungsversuche, um die es sich hier handelt, besteht

darin, daß man Düngungsversuche auf verschiedenen Aeckern, in verschiedenen Wirthschaften und in verschiedenen Jahren ausführen läßt, die dabei gewonnenen Versuchsresultate, auch wenn sie sehr große Differenzen unter sich aufweisen, summirt und aus der so gewonnenen Summe der Ergebnisse bezw. dem daraus berechneten Mittel eine Grundlage zur Beurtheilung practischer Düngungsfragen zu gewinnen sucht. Dies Verfahren wird nicht nur in einzelnen Fällen und etwa nur da angewendet, wo es an wirklichen Parallelversuchen (d. h. an Versuchen, die auf demselben Boden und unter möglichst gleichen Verhältnissen ausgeführt worden sind) fehlt, sondern es wird dasselbe als Regel und aus Princip befolgt, indem man ausdrücklich betont, daß die Einzelversuche in verschiedenen Wirthschaften von „möglichst verschiedener Bodenbeschaffenheit“ 2c. ausgeführt werden müßten, um die Ungleichmäßigkeit des Bodens, sowie die „ungleichmäßige Vertheilung von Luft, Feuchtigkeit und Wärme“, welche das Resultat der Feldversuche „bis zu einem gewissen Grade trüben“ könnten, auszugleichen und ein möglichst fehlerfreies Mittel zu erhalten.

Ich bin nun der Meinung, daß dies Princip ein unrichtiges ist.

Ungenauigkeiten oder Fehler eines in der Wirthschaft A ausgeführten Düngungsversuches können meiner Ansicht nach nicht ausgeglichen oder corrigirt werden durch einen in der Wirthschaft B ausgeführten Versuch, sondern nur durch Parallelversuche in der Wirthschaft A. Ich will ein Beispiel anführen.

Gesetzt, ein Landwirth A will prüfen, wieviel Mehrertrag an Weizenkörnern er durch eine Düngung von 40 Kilo Phosphorsäure erzielen kann. Er führt einen Düngungsversuch aus, und der Versuch ergiebt ihm einen Mehrertrag von 400 Kilo Körnern. Dies Resultat, so wollen wir annehmen, ist nicht genau; Controlversuche würden gezeigt haben, daß der wirkliche durch 40 Kilo Phosphorsäure auf seinem Acker zu

erzielende Ertrag nicht 400, sondern nur 300 Kilo Körner ausmacht.

Nehmen wir nun weiter an, ein Landwirth B führe in demselben oder in einem anderen Jahre auf einem anderen Acker und in einer anderen Wirthschaft den gleichen Düngungsversuch aus und finde, daß 40 Kilo Phosphorsäure einen Mehrertrag von 1000 Kilo Körnern ergeben haben. Auch dies Resultat soll, wie wir annehmen wollen, ein ungenaues sein; Controlversuche würden gezeigt haben, daß der wirkliche Mehrertrag sich auf 1100 Kilo Körner stellt. Die beiden Landwirthe A und B werfen nun ihre Resultate zusammen und berechnen nach dem Princip der „summarischen Methode" das Mittel aus denselben. Das Mittel von 400 und 1000 aber ist **700**.

Nun frage ich: Für wen soll diese Mittelzahl von 700 einen Werth haben? Für den Landwirth A? Derselbe hat einen Ertrag von 400 Kilo Körner ermittelt, während der in Wirklichkeit auf seinem Acker zu erreichende Ertrag nur **300** Kilo beträgt; die Mittelzahl **700** also hat für ihn wohl keinen Werth. Oder für den Landwirth B? Derselbe hat einen Ertrag von 1000 Kilo erhalten, während der in Wirklichkeit zu erzielende Mehrertrag auf seinem Acker **1100** Kilo beträgt, folglich kann die Mittelzahl **700** auch für ihn nicht maßgebend sein. Für wen sonst aber soll die Mittelzahl 700 einen Werth haben? Etwa für einen Landwirth C, der selber noch keinen Versuch mit Phosphorsäure zu Weizen ausgeführt hat? Ich meine, auch dieser kann sie nicht gebrauchen, denn entweder wird sein Acker so beschaffen sein, wie der des Landwirthes A, also 300 Kilo Mehrertrag liefern, oder er wird wie der des Landwirthes B beschaffen sein und 1100 Kilo Mehrertrag liefern, oder aber er wird eine ganz andere Beschaffenheit haben und mithin auch einen ganz anderen Ertrag geben. Mit welchem Grad von Wahrscheinlichkeit aber irgend ein unbekannter Acker gerade den aus zwei oder 10 oder 20 von verschiedenen Versuchsanstellern, auf verschiedenen Aeckern, verschiedenen Gütern,

in verschiedenen Jahren, unter verschiedenen Witterungs- und klimatischen Verhältnissen ausgeführten Versuchen sich ergebenden **Mittelertrag** liefern soll, ist nicht einzusehen.

Zur weiteren Erläuterung sei das folgende der Wirklichkeit entnommene Beispiel hier angeführt.

Als Mehrerträge an Kartoffeln, die nach einer Düngung von je 120 Kilo Chilisalpeter und 200 Kilo Superphosphat erhalten worden sind, werden die folgenden angegeben.

im Jahr 1876 in der Wirthschaft	I	erhalten:	2655	Kilo Kartoffeln
„ „ „ „ „ „	II	„	400	„ „
„ „ „ „ „ „	III	„	1160	„ „
„ „ „ „ „ „	IV	„	3330	„ „
„ „ „ „ „ „	V	„	564	„ „
„ „ 1877 „ „ „	I	„	1940	„ „
„ „ 1878 „ „ „	I	„	2130	„ „
„ „ „ „ „ „	VI	„	480	„ „

Daraus wird ein Mittel von **1582** Kilo berechnet.

Welchen Zweck hat nun diese Mittelberechnung? Sollen die Fehler der einzelnen Versuche dadurch corrigirt werden? Sind die Erträge der Wirthschaften II, V und VI von **400**, **564** und **480** Kilo Kartoffeln fehlerhaft, und sollen sie durch Summirung mit den in anderen Jahren und auf anderen Gütern erhaltenen Zahlen auf den Ertrag von **1582** Kilo „berichtigt" werden? Oder sind die in den Wirthschaften I und IV erhaltenen Erträge von **2655** und **3330** Kilo so fehlerhaft, daß sie auf **1582** Kilo, also auf die *Hälfte* reducirt werden müssen, weil in anderen Jahren und in anderen Wirthschaften *erheblich geringere* Erträge erzielt worden sind? Oder aber ist die Mittelzahl 1582 Kilo berechnet worden, um den Ertrag zu finden, auf den man bei oben angegebener Düngung mit der relativ größten Wahrscheinlichkeit in anderen Wirthschaften des Kreises rechnen kann? Woraus — so frage ich dann — ist diese Wahrscheinlichkeit zu schließen? Aus der Thatsache, daß auf *keinem* der obigen Güter jener Mittelertrag von 1582 Kilo erhalten worden ist, vielmehr

Erträge, welche ganz enorme Abweichungen von demselben ergeben haben?

Es ist nicht klar, welchen Werth eine solche Mittelberechnung aus Versuchen, die unter ganz und gar verschiedenen Verhältnissen ausgeführt worden sind, eigentlich haben soll. Die Meinung, daß durch solche Mittelberechnung die Ungenauigkeiten, die „Fehler" des Einzelversuchs ausgeglichen werden könnten, ist jedenfalls nicht richtig. Sie würde ja nur unter der Voraussetzung richtig sein können, daß eine bestimmte Düngung in jedem Jahre, auf jedem Acker und unter allen Verhältnissen ein und denselben Mehrertrag liefern müßte, wenn das Versuchsresultat ein genaues wäre. Aber diese Voraussetzung ist unrichtig. Wenn auf dem Acker A 400 Kilo, auf dem Acker B 3330 Kilo Kartoffeln durch ein und dieselbe Düngung erzielt worden sind, so hat diese enorme Ertragsdifferenz doch wohl einen tieferen Grund als den eines Versuchsfehlers, welchen man durch Mittelberechnung ausgleichen könnte. Unter den bestimmten lokalen Boden- und Witterungsverhältnissen, welche der eine Acker bietet, wird ein bestimmtes Resultat der Düngung erzielt, und unter den anderen Verhältnissen, die ein anderer Acker, auf einem andern Gut und obendrein in einem andern Jahre bietet, muß auch ein **anderes** Resultat erzielt werden.

Das Resultat A bezieht sich auf die besonderen Verhältnisse der Wirthschaft A und das Resultat B auf die besonderen Verhältnisse der Wirthschaft B — worauf aber, so frage ich, bezieht sich das Mittel der Resultate von A und B? Antwort: Auf Verhältnisse, die der Logik nach zwischen denen von A und B liegen müssen. Und welches sind diese Mittelverhältnisse? Die sind **ganz und gar unbekannt**; sie sind weder direkt noch auch indirekt zu ermitteln. Sind sie aber unbekannt, so frage ich: welchen Werth können alsdann die Mittelzahlen haben, welche man aus den Resultaten der unter ganz verschiedenen Verhältnissen angestellten Versuche berechnet? Meiner Ansicht nach haben sie nicht nur keinen practischen

Werth, sondern sie können obendrein in Irrthum und Verwirrung führen.

Das genannte Verfahren beruht auf einer unrichtigen Voraussetzung. Es beruht, wie schon angedeutet wurde, auf der Voraussetzung, daß eine bestimmte Düngung stets und unter allen Verhältnissen den gleichen Mehrertrag liefern muß, daß ferner das Wirkungsverhältniß zwischen zwei verschiedenen Düngemitteln unter allen Boden- und Witterungsverhältnissen 2c. stets das gleiche bleibt und daß Abweichungen von solcher Normalwirkung oder dem normalen Wirkungsverhältniß als Versuchsfehler anzusehen sind, die man durch Mittelberechnung ausgleichen kann. Wäre diese Voraussetzung richtig, so wäre es ja gerechtfertigt, das auf dem Acker A constatirte Wirkungsverhältniß zwischen zwei verschiedenen Düngemitteln mit dem auf dem Acker B gefundenen zu vergleichen und das Mittel zu berechnen, auch wäre es ja correct, etwa in dem Jahre 1887 auf dem Gute A einen Düngungsversuch mit Salpeter, im Jahre 1888 auf einem Gute B einen solchen mit Ammoniaksalz und im Jahre 1889 auf einem Gute C einen Versuch mit Guanostickstoff auszuführen, um alsdann durch Vergleichung der Resultate der drei Versuche einen Schluß auf die Gleichwerthigkeit oder Ungleichwerthigkeit der verschiedenen Stickstoffformen zu ziehen.

Da nun aber die obige Voraussetzung unrichtig ist, so kann auch die „summarische Methode der Feldversuche" nicht richtig sein. Als „vergleichbar" können nur diejenigen Versuche angesehen werden, welche man in dem gleichen Jahre und auf dem gleichen Acker ausgeführt hat, und eine „Ausgleichung von Ungenauigkeiten und Fehlern" ist nur durch Mittelberechnung aus Parallelversuchen, d. h. aus Versuchen, bei welchen Jahr, Acker, Düngung, Bestellung 2c. gleich gewesen sind, möglich.

Aber ich bin noch weiter gegangen. Ich habe behauptet, daß nicht nur das „summarische Verfahren der Feldversuche" ein unrichtiges sei und dasselbe keine Aufschlüsse über Dün-

gungsfragen erbringen könne, sondern daß auch der Feldversuch an sich nicht im Stande sei, Düngungsfragen in eben so zuverlässiger Weise zu lösen, wie der von mir gewollte exacte Versuch.

Zur Begründung dieser von mancher Seite auf das lebhafteste widersprochenen Behauptung habe ich zunächst auf die Thatsache der bisherigen geringen Erfolge der Feldversuche hingewiesen und habe alsdann die Gründe aufgeführt, aus welchen der Feldversuch zu unbefriedigenden Resultaten führen mußte.

Schon im Jahre 1880*) habe ich das Folgende gesagt:

„Auf unzählig viele und höchst wichtige Fragen der Pflanzenproduction kann die Agrikulturchemie dem Landwirth noch keine festbegründete Antwort geben.

Von welchen Stoffen die Pflanze sich nährt und welche derselben in erster Linie dem Kulturboden zugeführt werden müssen, um den höchstmöglichen Ertrag zu gewinnen, das weiß man mit genügender Zuverlässigkeit anzugeben; aber wenn der Landwirth uns mit practischen Düngungsfragen entgegentritt, wenn er uns etwa fragt, welcher Phosphorsäuredünger oder welches Kalisalz für bestimmte Kulturen, Bodenarten, Klimate, Düngungszeiten am meisten zu empfehlen ist; für welche Pflanzen und unter welchen Boden- und klimatischen Verhältnissen man dem Chilisalpeter, für welche dem Ammoniaksalz, für welche dem Peruguano, dem Fleischmehl, Blutmehl ꝛc., als Stickstoffdünger der Vorzug zu geben ist; in welchem Mengenverhältniß zur Phosphorsäure der Stickstoff je nach Boden- und Kulturverhältnissen zu verwenden und zu welcher Zeit und wie tief die verschiedenen Düngemittel unterzubringen sind u. s. w. — ich sage, wenn der Landwirth derartige Fragen an uns richtet, so müssen wir, wenn wir ganz aufrichtig sein wollen, bekennen, daß wir auf dieselben in den weitaus meisten Fällen noch keine zuverlässige und festbegründete Antwort geben können.

---

*) Journal für Landwirthschaft 1880.

Zwar ist man in der Erforschung von Düngungsgesetzen nicht unthätig gewesen; eine große Anzahl von Düngungsversuchen tritt uns entgegen, wenn wir die Jahresberichte der Agrikulturchemie durchblättern. Sehen wir uns aber die Resultate dieser Versuche an und die Schlüsse, die man aus ihnen gezogen hat, so stoßen wir auf unzählig viele Widersprüche, so daß es auf Grund der bisherigen Arbeiten in der That nicht möglich ist, zu völliger Klarheit und Gewißheit selbst über die nächstliegenden und wichtigsten Düngungsfragen zu gelangen, ja, man ist versucht, den Nachweis, daß der seither befolgte Weg nicht zum Ziele führen konnte, als das zuverlässigste Resultat der vielen Düngungsversuche anzunehmen. Daß es an Sorgfalt und Gewissenhaftigkeit bei der Ausführung der Düngungsversuche nicht gefehlt hat, dafür bürgen die Namen der betreffenden Forscher; wenn also trotz Sorgfalt und Gewissenhaftigkeit in der Ausführung eine so große Anzahl von zum Theil äußerst mühevollen und umfassenden Arbeiten erfolglos geblieben ist, so muß die Ursache davon in einer unzureichenden Methode liegen."

Dies habe ich vor zehn Jahren gesagt, und es sind mir inzwischen keine Thatsachen bekannt geworden, welche meine Ansicht hätten ändern können. Im Gegentheil; ich glaube, daß die Richtigkeit meiner damals ausgesprochenen Behauptung inzwischen nur bestätigt worden ist. Auf dem Wege des exacten Versuchs ist es gelungen, über gar manche Düngungsfrage Klarheit zu gewinnen — ich brauche nur auf Prof. Hellriegels Forschungen hinzuweisen —, während man sich durch den Feldversuch vergeblich bemüht hat, zu befriedigenden Aufschlüssen zu gelangen.

Der Bespiele könnten gar viele angeführt werden.

Vor einer Reihe von Jahren — es sind, glaube ich, schon acht Jahre her — beschlossen die Versuchsstationen, die Frage des relativen Düngewerthes der in Superphosphaten und Präcipitaten enthaltenen Phosphorsäureverbindungen verschiedener Löslichkeiten nach Kräften zu bearbeiten. An umfassen-

den Arbeiten hierüber — und zwar seitens unserer ersten Forscher und unter Mitwirkung der tüchtigsten Landwirthe — hat es auch nicht gefehlt, insbesondere die Provinz Sachsen hat sich in dieser Richtung ausgezeichnet, allein es war nicht möglich, aus den Ergebnissen der zahlreichen Feldversuche zu einer Klarheit über jene Frage zu gelangen. Die Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Methode reichte nicht aus.

Als eine Aufgabe von noch größerer practischer Bedeutung ist sodann vor etwa sechs Jahren die Frage der Thomasschlackendüngung aufgetreten und hat zur Ausführung einer großen Anzahl von Felddüngungsversuchen Anlaß gegeben.

Die Versuche haben gezeigt, daß die Thomasschlacke sehr wirksam ist, und daß sie (namentlich auf Wiesen und Moorboden) oft ganz ausnehmend hohe Ertragssteigerungen hervorzurufen im Stande ist. Welchen Werth sie aber im Verhältniß zu einem andern auf dem Düngermarkt bereits eingebürgerten Phosphat, insbesondere also zum Superphosphat und zum Knochenmehl besitzt, und in wie weit man den für die Thomas-Phosphorsäure geforderten Preis im Vergleich zum Superphosphatpreis bezahlen kann: darüber haben die Feldversuche keine einwurfsfreien Ergebnisse und keine befriedigenden Aufschlüsse ergeben.

Zu einem besseren Endresultat werden auch die seit einer Reihe von Jahren in umfassendem Maße in Angriff genommenen Feldversuche nicht führen, welche über den Düngewerth des schwefelsauren Ammoniaks im Vergleich zum Chilisalpeter Aufschluß geben sollen. Die Ergebnisse werden — wie sie es bislang gethan haben — hin und her schwanken, nicht frei von Widersprüchen sein, und sie werden dem Landwirth keine befriedigende Lösung, keine Aufklärung über die gedachte Frage bringen. —

Es scheint mir überflüssig zu sein, auf alle von mir schon so oft und so eingehend besprochenen Gründe zurückzukommen, welche die Unzulänglichkeit der Feldversuche nachweisen. Ich will mich darauf beschränken, die beiden hauptsächlichsten derselben hier nochmals vorzuführen und klarzulegen.

Der eine Grund liegt darin, daß auf den meisten Böden die Wirkung der Düngungen im Verhältniß zu der Größe der Fehlerquellen eine zu geringe ist. Es gilt dies insbesondere für Kali- und Phosphorsäuredüngungen, weniger für Stickstoffdüngung.

So groß die Anzahl derjenigen Wiesen und Aecker auch angenommen werden darf, auf welchen eine Phosphorsäuredüngung wirksam, auch rentabel wirksam ist, so gering ist doch die Anzahl derjenigen Böden, auf welchen man durch Phosphorsäuredüngung einen für den Düngungsversuch genügenden Mehrertrag erzielen kann.

Ein bestimmtes Zahlenbeispiel wird dies klar machen.

Gesetzt, es liege ein Acker vor, der in Wirklichkeit liefert:

						Körner pro ha.
a) ohne Phosphorsäuredüngung						3000 Kilo
b) bei einer Düngung	v.	50	Kilo	lösl.	Phosphors.	3400 „
c) „	„	„	„ 100	„	Thomas- „	3400 „ .

Ein Mehrertrag von 400 Kilo Körner, hervorgebracht durch 50 Kilo löslicher Phosphorsäure, wie vorstehender Versuch ihn aufweist, ist schon ganz zufriedenstellend im Verhältniß zu den Düngungskosten, nicht aber im Verhältniß zu den Anforderungen des Düngungsversuches; denn nehmen wir eine Fehlergrenze der Versuche selbst von nur ± 5 % an, die ja als eine höchst geringe bezeichnet werden muß, so wird man dennoch in hohem Grade differirende Zahlenergebnisse erhalten, jenachdem bald ein Plus- bald ein Minusfehler zu den Resultaten sich addirt. Zwischen welchen Extremen die Ergebnisse sich in diesem Fall bewegen können, zeigen die folgenden zwei Berechnungen:

1. Addirt man zu den Erträgen a und b einen Plusfehler von 5 %, zu dem Ertrage c einen Minusfehler von 5 %, so erhält man:

	Erträge	Mehrerträge gegen ungedüngt	Setzt man die Wirkung der löslichen Phosphorsäure = 100, so berechnet sich für die Thomasschlacken-Phosphorsäure ein Werth von:
ungedüngt	3150 Kilo	—	
50 Kilo lösliche Phosphorsäure	3570 „	420 Kilo	
100 Kilo Thomas-Phosphorsäure	3230 „	80 „	10.

2. Addirt man zu den Erträgen a und c einen Plusfehler von 5%, zum Ertrage b einen Minusfehler von 5%, so erhält man:

	Erträge	Mehrerträge gegen ungedüngt	Setzt man die Wirkung der löslichen Phosphorsäure = 100, so berechnet sich für die Thomasschlacken-Phosphorsäure ein Werth von:
ungedüngt	3150 Kilo	—	
50 Kilo lösliche Phosphorsäure	3230 „	80 Kilo	
100 Kilo Thomas-Phosphorsäure	3570 „	420 „	262.

Je nach der zufälligen Vertheilung eines Plus- oder Minusfehlers selbst von nur 5% erhält man also in diesem Beispiel für den Wirkungswerth der Thomasschlacken-Phosphorsäure Werthzahlen, welche sich zwischen **10** und **262** bewegen, und nimmt man hinzu, daß der Fehler der Feldversuche in der Regel viel größer ist als ± 5%, andererseits aber der durch Phosphorsäuredüngung erzielte Mehrertrag nicht selten geringer ist, als er in obigem Beispiel angenommen wurde, so wird man einsehen, daß schon aus diesem Grunde die Ausführung von Feldversuchen zur genauen Feststellung des Wirkungswerthes der Thomasschlacke rc. ein Unternehmen ist, bei welchem man wohl nicht auf Erfolg rechnen kann.

Die thatsächliche Erfolglosigkeit der vielen bisher ausgeführten Versuche findet in dem Vorstehenden eine ganz zwanglose Erkärung.

Nur in seltenen Fällen wird es möglich sein, daß man einen Ackerboden findet, der so phosphorsäurearm ist, daß er

im Verhältniß zu den Fehlergrenzen genügend hohe Mehrerträge liefert.

Aber nehmen wir einmal an, es stehe uns ein Acker zur Verfügung, der durch Zufuhr von Phosphorsäure so hohe Mehrerträge zu liefern im Stande wäre, daß die Fehler der Versuche verschwindend klein dagegen erscheinen müßten — würden wir alsdann in der Lage sein, durch Feldversuche die uns gestellte Aufgabe befriedigend zu lösen? Nein, auch dann nicht.

Das folgende Beispiel wird dies zeigen.

Angenommen, es sei
Parzelle 1 nicht mit Phosphorsäure gedüngt,
„ 2 mit 20 Kilo löslicher Phosphorsäure,
„ 3 „ 20 „ Thomas- „ gedüngt worden,
und die Parzellen habe man mit Hafer bestellt.

Nach vielleicht sechswöchiger Vegetation soll, wie wir annehmen wollen, der Stand der Parzellen etwa den folgenden Verhältnißzahlen entsprechen:

Parzelle 1.	Parzelle 2.	Parzelle 3.
100	140	120.

Nun tritt trockene, heiße Witterung ein, der Factor Feuchtigkeit, der bisher im Ueberschuß vorhanden war, wird geringer, immer geringer, und er ist bald so knapp geworden, daß ein Mangel daran sich fühlbar macht.

Der Zuwachs an Pflanzenmasse wird von jetzt ab nicht mehr von der Phosphorsäure, sondern von dem Wasserquantum abhängig sein, welches den Pflanzen zur Verfügung steht.

Ist nun aber das Wasserquantum auf allen Parzellen das gleiche? Nein, weder absolut noch relativ. Untersuchen wir den Boden der Parzellen, so werden wir finden, daß da, wo die Pflanzen am üppigsten entwickelt sind, also auf Parzelle 2, die Erde am trockensten ist, denn hier hat der größte Wasserverbrauch stattgefunden, dann kommt Parzelle 3, dann 1. Aber noch mehr. Nehmen wir an, der absolute Wasser-

gehalt sei auf allen Parzellen der gleiche geblieben, so würde er doch relativ verschieden sein, indem der Bedarf an Wasser auf der bestentwickelten Parzelle größer ist als auf der geringeren und geringsten. Absolut und relativ also ist der Factor „Bodenfeuchtigkeit“ auf den drei Parzellen verschieden und er wird da, wo er am geringsten ist, also auf Parzelle 2, am meisten hindernd auf den weiteren Zuwachs an Pflanzenmasse wirken, dann folgt Parzelle 3, dann 1, und nicht lange wird es dauern, so wird der relative Stand der Parzellen mit etwa folgenden Verhältnißzahlen übereinstimmen:

Parzelle 1.	Parzelle 2.	Parzelle 3.
100	130	125.

Die Parzellen 1 und 3 sind also der Parzelle 2, welche am meisten Wasser verbraucht hatte, mehr nachgekommen.

Und nun, wollen wir annehmen, fällt wieder Regen, das Wasser ist auf allen Parzellen wieder im Ueberschuß vorhanden, die Phosphorsäure kann wieder wirken. Wird nun aber unter allen Umständen das anfängliche Verhältniß in der Entwickelung der verschieden gedüngten Pflanzen wieder hergestellt werden? Nein, denn es ist anzunehmen, daß die Parzelle 2, auf welcher die Pflanzen beim Eintritt des Wassermangels am üppigsten entwickelt waren und auf welcher derselbe sich daher am meisten fühlbar machen mußte, verhältnißmäßig mehr gelitten hat und sich langsamer wieder erholen wird als die beiden übrigen Parzellen. Die Parzelle 2 wird relativ mehr zurückbleiben als die Parzellen 3 und 1, so daß sich zur Zeit der Erntenahme das Verhältniß etwa wie folgt stellen wird:

Parzelle 1.	Parzelle 2.	Parzelle 3.
100	130	120.

Führen wir nun aber eine Berechnung über das Wirkungsverhältniß der Thomasphosphorsäure zur löslichen Phosphorsäure aus, so finden wir, daß dasselbe sich als ein sehr verschiedenes erweisen wird, jenachdem wir es für das erste, oder für das zweite, oder das dritte der oben angenommenen Entwickelungsstadien der Pflanzen berechnen. Setzt man den

Werth der löslichen Phosphorsäure = 100, so würde sich für die Thomasphosphorsäure berechnen:

im ersten Entwickelungsstadium der Pflanzen die Werthzahl 50,
„ zweiten „ „ „ „ „ 83,
„ dritten „ „ „ „ „ 67.

Was lehrt uns dies Beispiel? Es lehrt uns, daß es nicht möglich ist, das Werthverhältniß zwischen löslicher Phosphorsäure und Thomasphosphorsäure durch Versuche zu ermitteln, bei welchen die eine oder die andere Phosphorsäureverbindung dauernd oder vorübergehend in ihrer Wirkung gehindert wird. Um ganz klar zu werden, sei mir der folgende Vergleich gestattet.

Gesetzt, ein Riese und ein Zwerg laufen um die Wette. Nachdem nun der Riese einen Vorsprung von etwa 100 Metern erlangt hat, hält man ihn fest und läßt ihn erst wieder frei, nachdem der Zwerg sich auf etwa 10 Meter ihm genähert hat — ist das gerecht gegen den Riesen? Gewiß nicht. Ebenso aber giebt es auch ein ganz unrichtiges Resultat, wenn der löslichen Phosphorsäure, die mit der unlöslichen um die Wette wirken soll, plötzlich, nachdem sie bereits einen guten Vorsprung erlangt hat, durch anhaltende Dürre ein Hinderniß in den Weg gelegt wird, welches ein eintretender Regen erst dann wieder beseitigt, nachdem die unlösliche Phosphorsäure sich ihr um ein gutes Theil genähert hat.

Ein jeder Unterschied in der Entwickelung verschieden gedüngter Pflanzen ruft einen Unterschied in dem zur Verfügung stehenden Wasserquantum des Bodens hervor, denn stark entwickelte Pflanzen machen den Boden trockener und beanspruchen mehr Wasser als schwächer entwickelte. So lange nun die Bodenfeuchtigkeit sich im Ueberschuß befindet, schadet die Differenz nichts, sie hat keinen Einfluß auf die Vegetation; sie gewinnt diesen Einfluß aber, sobald die Bodenfeuchtigkeit die Bedeutung des „relativen Minimums“ annimmt, sobald sie zum maßgebenden Factor wird. Gelangt also während der Dauer der Vegetation der Feuchtigkeitsgehalt des Bodens zur Herr=

schaft — wenn auch nur vorübergehend — so ist die Ertragsdifferenz, welche zwei verschieden gedüngte Parzellen ergeben, nicht als ausschließliche Wirkung der differenten Düngungen zu betrachten, sondern sie ist durch einen weiteren Factor, durch den Factor Bodenfeuchtigkeit beeinflußt worden und zwar ist der Einfluß dieses Factors auf derjenigen Parzelle verhältnißmäßig am größten gewesen, auf welcher die Düngung am meisten gewirkt hat. Ganz unmöglich aber ist es, die Größe des Einflusses zu bestimmen, welche der störende Factor auf die Pflanzenentwickelung gehabt hat, woraus folgt, daß Düngungsversuche, welche die Möglichkeit einer Regulirung der Bodenfeuchtigkeit ausschließen, zur Lösung der uns vorliegenden Aufgabe unbrauchbar sind.

Damit sind wir also zu einer Verwerfung des Felddüngungsversuchs bezüglich der in Rede stehenden Aufgabe gelangt, und wir können ganz allgemein so sagen:

Zur Ermittelung des Düngewerthes der Thomasschlacke im Verhältniß zu anderen Phosphaten ist jeder Düngungsversuch unbrauchbar, welcher allen möglichen Zufälligkeiten ausgesetzt ist und bei welchem Einflüsse auf die Entwickelung der Pflanzen sich geltend machen, welche man nicht beherrschen und ihrer Größe nach nicht bestimmen kann.

Dasselbe gilt natürlich in gleicher Weise für alle ähnlichen Düngungsfragen. —

So lange mir nun nicht eine logische Unrichtigkeit in den vorstehenden Darlegungen nachgewiesen worden ist — und das ist bisher nicht geschehen —, so lange glaube ich berechtigt zu sein, den Felddüngungsversuch als Forschungsmittel zu verwerfen und die thatsächliche Erfolglosigkeit der in den angedeuteten Richtungen bisher ausgeführten Feldversuche als eine Bestätigung der Richtigkeit meiner Behauptungen zu erachten.

Nun aber die weitere Frage: Habe ich damit den Feldversuch ganz und gar verworfen, ihm jede Bedeutung für die Praxis abgesprochen? **Nein**, durch-

aus nicht, und niemals habe ich einen Satz aufgestellt, aus welchem man dies hätte schließen können. Wenn man mich für einen Feind aller Feldversuche gehalten hat und noch immer hält, so beruht das auf einem großen Irrthum, einem Irrthum, den ich aber nicht verschuldet habe. Bei allen Publicationen, welche diesen Gegenstand berührt haben und bei welchen ich Gelegenheit nehmen mußte, die Unbrauchbarkeit des Feldversuchs als eigentliches Forschungsmittel darzulegen, habe ich stets hervorgehoben, daß ich die Bedeutung der Felddüngungsversuche nicht unterschätze, dieselbe aber auf einem ganz anderen Gebiete suche. Und welches ist dies Gebiet? Welches ist die Aufgabe des Feldversuchs?

Ich will kurz das Folgende hierüber sagen.

Der Feldversuch hat nicht die Aufgabe, allgemeine Düngungsfragen zu lösen. Nicht aus den Resultaten des Feldversuchs soll man eine Düngungslehre construiren, sondern aus den Ergebnissen der exacten Forschung. Der Feldversuch soll Aufklärung über die localen Verhältnisse, über die Eigenschaften eines bestimmten Bodens 2c. geben, welche der Landwirth kennen muß, um die Lehren der Wissenschaft in richtiger Weise zu verwerthen. Der Feldversuch soll dem Landwirth Rechenschaft darüber geben, ob er die Lehren der Wissenschaft richtig verstanden und auf die vorliegenden Verhältnisse der Bodenbeschaffenheit, der Bodenbewirthschaftung, der Fruchtfolge, des Klimas 2c. richtig bezogen hat; der Landwirth soll durch den Versuch prüfen, ob der thatsächlich eingetretene Erfolg der Düngung mit demjenigen übereinstimmt, den man erwartet und sich vorausberechnet hat.

Aufgabe der wissenschaftlichen Forschung ist es, festzustellen, wie die Wirkungen der Düngemittel sich gestalten, wenn sie **unabhängig** von allerlei unbekannten lokalen Einflüssen und Zufälligkeiten eintreten. Aufgabe der Forschung ist es ferner, festzustellen, durch welche bestimmten local vorkommenden Verhältnisse und Zufälligkeiten die Düngewirkung beeinflußt werden kann, in welchem Maße und in welcher Weise sie beeinflußt werden kann. Und aus den Resul-

taten solcher Forschung zieht alsdann der Landwirth seine Schlüsse, construirt der Practiker einen rationellen Düngungsplan und prüft durch den Feldversuch — so gut und so weit dies eben geht —, ob er richtig geschlossen und richtig speculirt hat.

Wenn man sagt, der Feldversuch habe die Resultate wissenschaftlicher Forschung auf ihre „Richtigkeit" zu prüfen, so ist das falsch. Nicht die Forschungsergebnisse, sondern die aus solchen abgeleiteten practischen Rathschläge hat man durch den Feldversuch zu prüfen, ob sie richtig sind und ob sie für die speciellen Verhältnisse passen. Ob die Forschungsresultate richtig sind oder nicht, das hat der Landwirth nicht zu prüfen, das kann er auch gar nicht, das muß der Forscher selber thun. Im Gegentheil: die wissenschaftliche Forschung hat die Aufgabe, die Ergebnisse von Feldversuchen, die Erfahrungen, welche man in der Praxis gewonnen hat, zum Gegenstand ihrer Prüfung zu machen, eine Erklärung für sie zu suchen, die Ursachen der beobachteten Erscheinungen aufzufinden und klarzulegen, festzustellen, in wie weit bestimmte Resultate der Praxis verallgemeinert werden können, in wie weit sie dagegen von localen Verhältnissen bedingt sind u. s. w. Das Umgekehrte aber ist selbstverständlich nicht möglich. Man kann durch einen ungenauen Versuch nicht prüfen, ob das Resultat eines genauen Versuches richtig ist. Durch scharfe und umsichtige Beobachtung aber, durch sachkundige Beurtheilung, durch wohlgeplante, sorgfältig ausgeführte und logisch gedeutete Feldversuche kann und soll der Landwirth, wie gesagt, prüfen, in welcher Weise die Resultate der wissenschaftlichen Forschung bezw. die aus ihnen abgeleiteten Schlüsse und Rathschläge unter seinen speciellen Boden- und Kulturverhältnissen verwerthbar sind. Findet der Practiker dann etwa Befremdliches bei seinen Versuchen, Ergebnisse, welche ihm unerklärbar sind und vielleicht gar den Lehren der Wissenschaft zu widersprechen scheinen, so berichtet er es dem Forscher, und eine Erklärung für alles Befremdliche, eine Lösung aller scheinbaren Wider-

sprüche zwischen Wissenschaft und Praxis zu suchen, ist dann wieder des Forschers Aufgabe.

In dieser gegenseitig sich ergänzenden Handreichung zwischen wissenschaftlicher Forschung und practischer Erfahrung erblicke ich den einzigen Weg, der uns zu einem raschen Fortschritt in der Düngungslehre führt.

Noch einige weitere Einwände habe ich zu besprechen, welche man gegen meine Versuche erhoben hat; dieselben werden schnell erledigt sein.

In seiner sehr vortrefflichen Schrift „Ein Beitrag zur Prüfung und Vervollkommnung der exacten Versuchsmethode zur Lösung schwebender Pflanzen- und Bodenkulturfragen 1887" hat Dr. F. Wohltmann über einige von ihm angebrachte Aenderungen in meinen Versuchsvorrichtungen referirt und dieselben als „Vervollkommnungen" nachzuweisen versucht.

Wohltmann sagt auf S. 27 seiner Schrift: „Unsere Methode stimmt, wie bereits gesagt, mit der P. Wagner'schen vollständig im Princip überein, und wir haben nur eine Vervollkommnung derselben versucht und zwar:

1. Durch Anwendung größerer Flächen, größeren Volumens des angewandten Bodens und Untergrundes.

2. Durch Anpassung an natürliche Verhältnisse, indem wir die Kulturgefäße in die Erde senkten, einen natürlichen Untergrund wählten, sowie Drainage und Umpflanzung um die Kästen anbrachten.

3. Durch die Vorrichtungen, welche leichte Controle und Regulirung des Grundwasserspiegels und der Bodenfeuchtigkeit ermöglichen.

4. Durch Nichtanwendung des beeinträchtigenden Drahtgestelles und sorgfältige Vermeidung störender Einflüsse, sowie sonstige Vorsichtsmaßregeln.

5. Durch Schutzvorrichtung gegen Vogelfraß, indem wir einen lebenden Raubvogel aufstellten.

6. Durch Anstellung von Temperatur- und Regenbeobachtungen, später Witterungs- und Absorptionsbeobachtungen."

Ich bemerke hierzu das Folgende.

ad 1. Wohltmann wendet Kulturgefäße an, deren Bodenfläche 0,4 qm beträgt, während ich bereits seit 8 Jahren neben kleineren Vegetationsgefäßen auch größere Gefäße und Parzellen (und zwar 475 an der Zahl) verwende, deren Bodenfläche theils 0,3 qm, theils sogar 0,8 qm beträgt. Ich wähle also für gewisse Versuche noch größere Bodenflächen als Dr. Wohltmann. Ebenso steht es mit dem Bodenvolumen. Wohltmanns Gefäße haben eine Höhe von 1 m, während die von mir erwähnten Parzellen bis zu 1,33 m Tiefe von dem angrenzenden Terrain abgeschlossen sind.

ad 2 und 3. Dr. Wohltmann wünscht eine „bessere Anpassung an natürliche Verhältnisse", erhebt Bedenken gegen meine freistehenden Gefäße, weil der Inhalt derselben sich stärker erwärme, als es auf Feldparzellen der Fall sei, und er sucht natürlichere Verhältnisse dadurch zu schaffen, daß er unten geschlossene, mit Drainagevorrichtung versehene und einen constanten Grundwasserspiegel ermöglichende Blechgefäße in die Erde senkt.

Ich entgegne hierauf, daß ich zur Controle meiner in freistehenden Gefäßen ausgeführten Versuche Bodenparzellen verwende, die wie bei Wohltmann unterirdisch abgegrenzt sind durch Zinkblechwände. Die Versenkung in die Erde ist also bei meinen Einrichtungen die gleiche wie bei Wohltmann. Der Unterschied besteht nur darin, daß meine Parzellen nicht wie bei Wohltmann durch einen Blechboden abgeschlossen sind, sie sich dadurch also noch mehr den natürlichen Verhältnissen anpassen als bei Wohltmann. Auch die Drainage, welche Wohltmann anbringt und die Constanz, welche er dem relativ hoch gewählten Grundwasserspiegel giebt, ist wohl nicht als eine vollkommnere Anpassung an natürliche Verhältnisse im Vergleich zu meinen Bodenparzellen anzusehen. Für die Bearbeitung einer großen Reihe von Düngungsfragen kann diese Vorrichtung sogar sehr störend wirken.

Wohltmann hebt weiter als Vervollkommnung hervor, daß er einen „natürlichen Untergrund“ wähle und die Parzellen umpflanze. Was nun den „natürlichen Untergrund“ betrifft, so wähle auch ich keinen unnatürlichen. Gleich Wohltmann wähle ich in der Regel sterilen Sand, kann aber auch, je nachdem die zu bearbeitende Düngungsfrage es erfordert, jedes andere Material — Lehmboden, Thonboden, Kies rc. — unter die Krume bringen. Für die geschlossenen Gefäße verwandte ich als unterste einige Centimeter betragende Schicht während der ersten Jahre Coaksstückchen; seit sieben Jahren gebe ich abgesiebtem Granitkies den Vorzug, weil er bequemer zu beschaffen und zu verwenden ist. Die Wirkung ist die gleiche, d. h. beides ist ein indifferentes Material.

Was sodann das Umpflanzen der Versuchsflächen betrifft, was von Dr. Wohltmann für eine Vervollkommnung der Methode gehalten wird, so würde eine solche Umpflanzung ja auch bei meinen Bodenparzellen eben so gut ausführbar sein als bei den Einrichtungen Wohltmann's und ich erinnere daran, daß auch ich während der ersten Jahre eine Umpflanzung der Parzellen vorgenommen habe.*) Später jedoch bin ich davon zurückgekommen, weil ich eine Fehlerquelle darin erkannte. Daß man sich durch das Umpflanzen der Parzellen thatsächlich eine Fehlerquelle schafft, ist leicht einzusehen. Umgiebt man eine etwa mit Hafer bestellte Parzelle mit einer Haferpflanzung, so wird die letztere, indem sie gegen Wind, Licht und Wärme schützt, einen Einfluß auf die Entwickelung der Parzellenpflanzen ausüben. Nun müßte man aber selbstverständlich dafür sorgen, daß ein solcher Einfluß bei jeder Parzelle der gleiche sei, denn wäre er bei der einen Parzelle größer als bei der andern, so würde aus dieser Ungleichheit ein Fehler entstehen. Ist aber eine Gleichstellung dieses Einflusses zu ermöglichen? Nein. Man denke sich den folgenden Fall. Parzelle 1 sei ungedüngt, Parzelle 2 gedüngt. Der

---

*) Landw. Jahrbücher 1883, S. 588.

Hafer habe auf Parzelle 1 eine Höhe von $^1/_2$ m, auf Parzelle 2 dagegen in Folge der Düngung eine Höhe von 1 m — wie hoch müssen nun die Haferpflanzen sein, welche die Parzellen umgeben, damit sie die Parzelle 1 nicht anders beeinflussen als die Parzelle 2? Antwort: Die umgebenden Haferpflanzen müssen genau so hoch sein wie die Parzellenpflanzen, denn sind sie höher oder niedriger als diese, so ist auch ihr Einfluß ein verschiedener. Haben sie etwa die gleiche Höhe wie die Pflanzen der Parzelle 2, sind sie also 1 m hoch, so beschatten sie die Parzelle 1, deren Pflanzen nur $^1/_2$ m hoch sind, mehr als die Pflanzen der Parzelle 2; sind sie dagegen so niedrig wie die Pflanzen der ungedüngten Parzelle 1, also nur $^1/_2$ m hoch, so ist damit wiederum ein ungleicher Einfluß geschaffen, indem die 1 m hohen Pflanzen der Parzelle 2 alsdann nur bis zur halben Höhe, die Pflanzen der Parzelle 1 dagegen bis zur ganzen Höhe ihrer Halme dem Einfluß der Umpflanzung ausgesetzt sind.

Es würde demnach Aufgabe sein, die Umpflanzung so sich entwickeln zu lassen, daß sie stets gleichen Schritt hielte mit den verschieden gedüngten Parzellenpflanzen. Da diese Aufgabe aber selbstverständlich nicht erfüllbar ist, so ist es nicht nur absolut überflüssig, sondern obendrein fehlerhaft, die Parzellen zu umpflanzen.

ad 4. Wohltmann führt als Vervollkommnung meiner Versuchsvorrichtungen die „Nichtanwendung des beeinträchtigenden Drahtgestells“ und „sorgfältige Vermeidung störender Einflüsse, sowie sonstige Vorsichtsmaßregeln“ an. Darauf antworte ich, daß ich für Erbsen, Wicken &c. bald Drahtgestelle, bald dünne Stäbe aus Fichtenholz als Stützen verwende, wie es gerade paßt; es ist beides von gleicher Brauchbarkeit. In welcher Weise die Drahtgestelle „beeinträchtigend“ wirken könnten, ist mir ganz unverständlich. Sollte aber selbst irgend ein Einfluß durch das Drahtgestell auf die Vegetation ausgeübt werden, so würde ja dieser Einfluß wiederum überall der gleiche sein, also weiter nicht stören. Ebenso bleibt Dr. Wohlt-

mann mir den Nachweis schuldig, daß ich keine „sorgfältige Vermeidung störender Einflüsse und sonstige Vorsichtsmaßregeln“ anwende, bezw. sie nicht in ausreichendem Maße zur Anwendung bringe.

ad 5. „Schutzvorrichtung gegen Vogelfraß durch Aufstellung eines lebendigen Raubvogels“ hebt Wohltmann als weitere Vervollkommnung meiner Versuchseinrichtungen hervor. Ich bemerke dazu, daß auch ich die Pflanzen gegen Vogelfraß vollkommen schütze, indem ich, wie auf S. 33 bereits angegeben, während der Zeit der Samenbildung die Pflanzen mit Drahtgitter umgebe.

ad 6. Temperatur- und Regenmessungen ꝛc., falls solche nothwendig sein sollten, lassen selbstverständlich auch meine Versuchsvorrichtungen zu. —

Dr. Wohltmann's Ausführungen und Vorschläge, die sich übrigens auch nicht auf meine jetzigen seit sieben Jahren in Gebrauch genommenen und von Wohltmann zur Zeit der Abfassung seiner Schrift noch nicht gekannten Einrichtungen, sondern auf die im Jahre 1883 von mir gemachten Mittheilungen beziehen, geben mir demnach keinen Anlaß zu einer weiteren Aenderung meiner Einrichtungen. Den Principien meiner Methode stimmt Wohltmann unumwunden bei und die Ausführungen, welche er von historischem und kritischem Standpunkt aus über die verschiedenen Versuchsmethoden giebt, sind von hohem Werthe, sie sind in echt wissenschaftlichem Geiste, in dem Geiste ernster, mit ganzer Hingebung sich vertiefenden, kritischen und umsichtigen Forschung geschrieben, und sie heben sich in dieser Beziehung auf das Vortheilhafteste ab gegen gar manche von anderer Seite versuchte „Kritik“ meiner Versuche. —

Ich habe jetzt nur noch einige weitere kleine Einwürfe zu beantworten.

Von mehreren Seiten ist die befremdliche Behauptung aufgestellt worden, daß in der Kleinheit meiner Parzellen bezw. Gefäße eine zu große Fehlerquelle liege. Ein Fehler von

einigen Grammen multiplicire sich bei der Uebertragung auf 1 Hectar zu einer wahrhaft „schwindelerregenden“ Größe!

Hierauf bemerke ich, daß nicht in der Kleinheit der Parzellen sondern in dem hierauf bezüglichen Einwurf ein Fehler liegt. Es kommt ja doch nicht auf die absolute, sondern auf die relative Fehlergröße an. Wenn man den auf nur 1 qm erhaltenen Ertrag auf 1 Hektar (= 10000 qm) überträgt, so multiplicirt man ja nicht nur den Ertrags**fehler**, sondern auch den **Ertrag** mit 10000 und der Fehler bleibt alsdann der relativ **gleiche**. Ein Ertragsfehler von etwa 5 g, mit welchem die bei meinen Versuchen gewonnene Erntemasse von 100 g behaftet ist, bleibt stets nur ein Fehler von 5%, gleichgültig, ob ich die Erntemasse der kleinen Parzelle auf 1 Hektar oder auf tausend oder auf millionen Hektar berechne. Führe ich den Versuch auf einer kleinen Parzelle aus, so ernte ich 100 g und der Fehler beträgt 5 g; führe ich ihn auf einer großen Parzelle aus, so ernte ich 100 Ctr. und der Fehler beträgt 5 Ctr. Die Genauigkeit des Resultates aber bleibt in beiden Fällen natürlich die gleiche.

Als weiteren Beleg dafür, wie gar schlecht es oftmals mit der Kritik bestellt ist, will ich noch das Folgende anführen. Man hat Düngungsversuche auf unterirdisch nicht abgegrenzten Gartenbeeten ausgeführt und zwischen jedem Beet einen unbewachsenen Bodenstreifen von 60 cm Breite liegen lassen. Selbstverständlich ist nun bei diesen Versuchen die Erscheinung aufgetreten, daß die Randpflanzen der Beete, die vom Nährstoffgehalt und Wassergehalt des 60 cm breiten nicht mit Pflanzen bewachsenen Bodenstreifens zehren konnten, sich weit üppiger entwickelt haben als die in der Mitte der Beete stehenden. Der Versuchsansteller giebt an, daß 20 Exemplare der letzteren nur 16 g, 20 Exemplare der Randpflanzen dagegen 154 g gewogen hätten! Diese allbekannte und in ihrer Ursache ohne Weiteres klarliegende Erscheinung, welche zugleich das handgreiflichste Zeugniß für die Unbrauchbarkeit solcher unterirdisch nicht isolirter kleiner Parzellen liefert, hält man nun für einen Beweis für die

Untauglichkeit meiner Versuchseinrichtungen, indem man die Behauptung aufstellt, daß auf meinen (obgleich unterirdisch bis zu $1^1/_3$ m Tiefe vollkommen abgegrenzten) Parzellen bezw. Gefäßen lauter „Randpflanzen" wachsen würden, und da „Randpflanzen" nur den „allerkleinsten Bruchtheil der in der Landwirthschaft vorkommenden Kulturen" ausmachten, so sei es nicht möglich, meine Resultate mit den auf großen Flächen geernteten Pflanzen zu vergleichen! Diese Annahme werde auch noch durch die Thatsache bestätigt, daß die „Topfpflanzen" in Darmstadt „sich selbst nicht zu tragen vermöchten", sondern durch Drahtgestelle gestützt würden. Man „glaube aber behaupten zu dürfen, daß Drahtgestelle in der Landwirthschaft keine Verwendung fänden!"

Ich glaube, daß ich eines weiteren Eingehens auf diese Auslassungen mich überhoben erachten darf, gleichwie ich auch die sonst noch hie und da gegen meine Versuche geltend gemachten kleinen Bedenken, die meist eine in der That seltsame Art von Scharfsinn und Logik bekunden, einer Besprechung nicht für werth erachten kann. Wenn man z. B. gemeint hat, ich dürfe Düngungen von 1 Theil Superphosphat, die 100 Theile Mehrertrag erbracht hätten, nicht mit Düngungen von 3 Theilen Knochenmehl vergleichen, die nur 30 Theile Mehrertrag erbracht hätten, weil man ja doch nicht wissen könne, ob Düngungen von 1 Theil Knochenmehl nicht eine viel stärkere Wirkung geäußert haben würden; oder wenn man es getadelt hat, daß ich meine Pflanzen „in der Blüthe ernte", während ich es doch oft und eingehend dargelegt habe, aus welchem Grunde ich die Pflanzen bei dem einen Versuch in der Blüthe, bei dem andern in der Reife ernte (vergl. S. 34); oder wenn man mir die einfältige Behauptung in den Mund gelegt hat, die Aussaatstärke sei bei den Versuchen ganz gleichgültig, während ich nur gesagt habe, daß sie bei vielen Pflanzen innerhalb ziemlich weiter Grenzen schwanken dürfe (vergl. S. 33); oder wenn man es getadelt hat, daß ich bei Phosphorsäure-Düngungsversuchen Cerealien verwendet habe, da es ja doch eine „allgemein bekannte" Sache sei,

daß für Cerealien nur der Stickstoff, nicht aber die Phosphorsäure Bedeutung habe; oder wenn man behauptet hat, daß die Wirkung der Düngemittel überhaupt nicht durch exacte Versuche festgestellt werden könne, vielmehr die practische Erfahrung des Landwirths darüber entscheiden müsse u. s. w. u. s. w. —: so glaube ich, daß derartige Aeußerungen auch wohl ohne meine Hülfe ihre richtige Beurtheilung finden werden und ich dieselben hier nicht weiter zu besprechen brauche.

Dritter Abschnitt.

Forschungsresultate.

1. Ist es wahr, daß Erbsen, Luzerne und andere Leguminosen die Fähigkeit haben, aus der Stickstoffquelle der atmosphärischen Luft zu schöpfen?

Vor ungefähr acht Jahren habe ich bei einigen über die Stickstoffernährung der Kulturpflanzen ausgeführten Versuchen gefunden und in meinen damaligen Publicationen es ausgesprochen, daß Lupinen, Erbsen, Wicken, Klee und ähnliche Pflanzen ein specifisch anderes Vermögen der Stickstoffaneignung besitzen als Halmgewächse, Kartoffeln, Rüben, Lein, Raps 2c.

Erstgenannte Pflanzen — so habe ich gesagt — „schöpfen aus einer Stickstoffquelle, welche den Halmgewächsen, Kartoffeln 2c. unzugänglich ist und welche ihnen so reichlich fließt, daß sie unter normalen Kulturverhältnissen einer Düngung mit Stickstoffsalzen nicht bedürfen".

Die umfassenden und exacten Forschungen Hellriegel's haben nun inzwischen eine so gründliche Klarheit über diese Frage erbracht, daß ich einer eingehenden Besprechung unserer hierauf bezüglichen Arbeiten überhoben bin. Nur ganz kurz will ich die Ergebnisse einiger unserer Versuche hier mittheilen, um zu zeigen, daß sie mit den von Hellriegel erhaltenen Resultaten auf das vollkommenste im Einklang stehen und in sehr frappanter Weise den Unterschied zwischen Leguminosen und Nichtleguminosen zur Darstellung bringen.

Ich führe zunächst die aus 128 Einzelversuchen bestehenden Reihen 1 und 27*) hier an, welche mit Erbsen, Wicken, Luzerne, Gerste, Rübsen und Roggen ausgeführt worden sind und bei welchen ein sehr stickstoffarmer steriler Sand (theils geglüht, theils ungeglüht) zur Verwendung gelangte. Der Sand war so stickstoffarm, daß die in einem Vegetationsgefäß enthaltene Menge von 6,6 Kilo nur **1,056** g Stickstoff (ungeglühter Sand) und **0,693** g Stickstoff (geglühter Sand) enthielt. Von den übrigen Pflanzennährstoffen war dem Sand so viel beigemengt worden als für eine Maximalproduction von Pflanzenmasse nothwendig war, und es bestand die Differenzdüngung — wie man aus den Tabellen das Nähere ersieht — ausschließlich aus Stickstoff, nämlich:

a) Düngung mit 0 g Stickstoff
b) „ „ 0,25 „ „
c) „ „ 0,5 „ „ .

Die Vegetationsgefäße wurden mit oben genannten Pflanzen eingesäet und es wurde das verdunstende Wasser (ein jedes Gefäß hatte bei der Einsaat $^3/_4$ Ltr. Wasser erhalten) von Tag zu Tag sorgfältig ersetzt.

Ich will die Erscheinungen kurz schildern, welche sich bei der Vegetation der Pflanzen zeigten.

1. Bei Gerste und Rübsen **ohne** Stickstoffdüngung.

Die Pflanzen gingen normal auf, die Keimpflänzchen standen frisch und grün, aber — sie hörten bald auf zu wachsen. Als sie etwa zehn Tage alt waren, fingen sie an zu kümmern, die Blätter wurden gelb, die Pflanzen hungerten, sie entwickelten nur noch ein paar schmale blaßgrüne Blätter und diese auch nur auf Kosten der älteren immer mehr zusammenschrumpfenden Pflanzentheile. Eine eigentliche Production an Pflanzenmasse — das sah man deutlich — fand so gut wie gar nicht statt.

---

*) Die zu den Versuchsreihen gehörenden Tabellen, welche eine ausführliche Wiedergabe der Einzelresultate enthalten, finden sich im **fünften Abschnitt** dieser Schrift.

Die Pflanzen wurden nach 33tägiger Vegetation geschnitten und gewogen. Auch ihre Wurzelmasse wurde geerntet, indem wir den gesammten Gefäßinhalt auf ein feines Drahtsieb brachten, durch wiederholtes Eintauchen in ein Gefäß mit Wasser den Sand abspülten, die im Sieb verbleibenden Wurzeln vorsichtig sammelten, trockneten, den noch anhängenden Sand durch Veraschen ermittelten und in Abzug brachten.

Die gesammte Erntemasse (ober- und unterirdische) betrug **6,3** g bei der Gerste und 2,8 g beim Rübsen.

2. Bei Gerste und Rübsen **mit** Stickstoffdüngung.

Ganz früh, schon bald nach dem Aufgehen, trat bei diesen Pflanzen ein großer Unterschied gegen die nicht mit Stickstoff gedüngten ein. Die Keimpflänzchen zeigten sich bedeutend kräftiger entwickelt, sie hatten eine dunkelgrüne Farbe, sie wuchsen schnell und üppig, producirten kräftige, breite Blätter, starke Stengel und Halme, bis schließlich auch bei ihnen, und zwar zuerst bei den mit 0,25 g Stickstoff gedüngten, später auch bei den mit 0,5 g Stickstoff gedüngten, Hunger eintrat. Es zeigte sich deutlich bei diesen Versuchen, daß die Pflanzen nur so lange üppig vegetirten, nur so lange ihre gesunde grüne Farbe behielten und überhaupt nur so lange organische Substanz producirten, als noch von der ihnen gegebenen Stickstoffnahrung (der Stickstoff war in Form von Salpeter gegeben worden) vorhanden war. Sobald dieser Stickstoff aufgezehrt war, fingen die Pflanzen an zu hungern und ihr weiteres „Wachsen" bestand nur noch in einer Neubildung von Blättern und Halmen auf Kosten der in den älteren Pflanzentheilen enthaltenen organischen Substanz.

Die Ernte zeigte auf das Deutlichste, wie durchaus abhängig die producirte Pflanzenmasse war von der zugeführten Stickstoffmenge, denn es wurde erhalten

a) bei der Gerste:

ohne Stickstoffdüngung	6,3 g	Pflanzenmasse mit	0,083 g Stickstoff,
mit 0,25 g Stickstoff ged.	15,9 g	„ „	0,324 g „
mit 0,5 g „ „	20,2 g	„ „	0,558 g „ .

b) bei Rübsen:

ohne Stickstoffdüngung	2,6 g	Pflanzenmasse	mit 0,047 g	Stickstoff,
mit 0,25 g Stickstoff ged.	13,4 g	„	„ 0,277 g	„
mit 0,5 g „ „	20,5 g	„	„ 0,513 g	„ .

3. Bei Erbsen, Wicken und Luzerne **ohne** Stickstoffdüngung.

Die Pflanzen gingen normal auf, sie zeigten eine dunkelgrüne Farbe und entwickelten sich ohne Störung, so lange das Samenkorn ihnen Nahrung gab. Als die Samensubstanz jedoch verbraucht war, trat ein Stillstand ein. Auch die Blattfarbe wurde heller, so daß es den Anschein hatte, als würden auch die Erbsen, Wicken und die Luzerne dem Stickstoffhunger zum Opfer fallen und gleich der Gerste und dem Rübsen es zu einer nur ganz kümmerlichen, zwergartigen Entwickelung bringen. Allein — nach Ablauf von etwa 8 Tagen zeigte sich eine höchst interessante, zunächst ganz räthselhafte Erscheinung. Fast ganz plötzlich und in hohem Grade auffallend trat eine Wandlung in der Vegetation der Pflanzen ein. Es war, als hätte man sie über Nacht mit Chilisalpeter gedüngt. Die blasse Farbe verschwand, die Pflanzen färbten sich dunkelgrün, und es entstand eine lebhafte Vegetation. Die Stengel der Erbsen schwollen an, die Blätter wurden fleischig und strotzten von saftigem Grün. In üppiger Vegetationskraft brachen aus den sehr kümmerlich aussehenden und schon ganz eingeschrumpften Wickenpflänzchen neue kräftige Triebe hervor, und nur noch kurze Zeit währte es, da standen alle Pflanzen in so gesunder und productionskräftiger Entwickelung da, als wenn der allerfruchtbarste, stickstoffreichste Boden ihnen zur Verfügung stände. Ueber das Ernteresultat werde ich weiter unten berichten.

4. Bei Erbsen, Wicken und Luzerne **mit** Stickstoffdüngung.

Auch bei diesen Kulturen zeigte sich eine im Vergleich zu der Gerste und dem Rübsen durchaus abweichende Entwickelung. Im Anfang verlief die Vegetation zwar genau so wie bei der Gerste und dem Rübsen. Die mit Stickstoff gedüngten Erbsen, Wicken und Luzerne eilten den nicht ge-

düngten Pflanzen voraus, und sie blieben genau so, wie es bei Gerste und Rübsen der Fall war, länger grün und länger in ungestörtem Wachsthum als die ungedüngten. Ein tiefgreifender Unterschied aber zeigte sich bald. Während die mit Stickstoff gedüngten Gerste- und Rübsenpflanzen aufgehört hatten zu wachsen, sobald die im Salpeter ihnen gebotene Nahrung verzehrt war, trat bei Erbsen, Wicken und Luzerne nur vorübergehend ein Stillstand in ihrer Entwickelung ein. Nur ganz kurze Zeit, nur etwa acht Tage lang, ging es etwas langsamer vorwärts mit ihrer Production; dann aber, als wenn eine neue ungemein ergiebige Stickstoffquelle sich ihnen erschlossen hätte, wuchsen sie kräftig weiter, und bald war — bei den in geglühtem Sande gewachsenen Erbsen wenigstens — kaum noch ein Unterschied zwischen den gedüngten und ungedüngten Pflanzen zu erkennen.

Das Ernteresultat war das folgende:*)

Luzerne ohne Stickstoffdüngung	33,3 g	Pflanzenmasse mit	1,34 g	Stickstoff,
Wicken „ „	40,2 g	„ „	1,65 g	„
Erbsen „ „	98,0 g	„ „	3,71 g	„
Erbsen mit 0,25 gr Stickst. geb.	99,8 g	„ „	3,73 g	„
Erbsen „ 0,5 gr „ „	96,8 g	„ „	3,66 g	„ .

Dies sind, wie man auf den ersten Blick erkennt, ganz andere Zahlen, als wir sie oben bei der Gerste und dem Rübsen erhalten haben. Während die Gerste in dem ungedüngten Sande eine Erntemasse von nur **6,3** g mit nur **0,083** g Stickstoff producirt hatte, haben unter den gleichen Verhältnissen die Erbsen es auf nicht weniger als **98,0** g Erntemasse mit nicht weniger als **3,71** g Stickstoff gebracht, und während die Gerste durch eine Düngung von 0,5 g Stickstoff zu einer Mehrproduction von 14,1 g Pflanzenmasse und 0,475 g Stickstoff befähigt wurde, hat die gleiche Stickstoffdüngung auf

*) Die Stickstoffdüngung hat, wie man aus den Tabellen ersieht, auf Wicken und Luzerne etwas anders gewirkt als auf Erbsen. Ich bringe dies Resultat erst weiter unten zur Besprechung und führe daher nur erst die bei den Erbsen durch Stickstoffdüngung erhaltenen Zahlen an.

die Erbsen gar keinen Eindruck gemacht; Ertrag an Pflanzenmasse und Stickstofferate haben sich durch die Düngung nicht geändert.

Das sind Unterschiede, wie man sie deutlicher wohl nicht bedarf, um den folgenden Satz als wohlbegründet anzusehen:

Die Erbsen, die Wicken und die Luzerne schöpfen aus einer **besonderen** Stickstoffquelle, welche der Gerste und dem Rübsen nicht, oder wenigstens nicht in dem gleichen Maße, zugänglich ist.

Wo aber haben wir diese Stickstoffquelle zu suchen? Werden wir im Boden sie finden? Nein, denn die Erbsenernte enthielt **3,71** g Stickstoff, während in dem betreffenden Bodenquantum nur **0,69** g Stickstoff enthalten waren, und rechnen wir auch den Stickstoff des Saatguts noch hinzu, der 0,19 g betrug, so bleibt uns immer noch ein Rest von 2,83 g Stickstoff, welchen die Erbsen nicht aus dem Saatgut, nicht aus dem Boden und — auch nicht aus dem Wasser, mit welchem die Pflanzen begossen wurden, erhalten haben konnten, denn das Wasser war rein und enthielt insbesondere keinen Stickstoff.

Haben aber die Erbsen weder aus dem Wasser, noch aus dem Saatgut, noch aus dem Boden die 2,83 g Stickstoff erhalten, so bleibt uns nichts anderes übrig als die Annahme, daß die **atmosphärische Luft** als Stickstoffquelle gedient hat. Ist diese Annahme richtig? Ja. Professor Hellriegel ist es gewesen, der auf das Exakteste den Nachweis erbracht hat, daß die atmosphärische Luft den Leguminosen als Stickstoffquelle dient.

Auf Grund der Arbeiten Hellriegel's, mit deren Ergebnissen unsere Forschungsresultate vollkommen im Einklang stehen, läßt sich das Folgende sagen.

1. Wenn ein **Gerstenkorn** keimt und sich zur Pflanze entwickelt, so lebt das Keimpflänzchen zunächst von den im Gerstenkorn enthaltenen Stoffen. Sind diese verbraucht, so sucht die Pflanze sich Nahrung in Luft und Boden. Aus der Luft nimmt sie Kohlensäure, aus dem Boden alles Uebrige. Fehlt im Boden der Stickstoff, oder ist assimilirbarer Stickstoff in

nicht zureichender Menge vorhanden, so bildet sich die Pflanze nur so lange normal aus, als der vorhandene Stickstoff reicht. Ist dieser soweit verbraucht, daß eine Ernährung der Pflanze, eine Neubildung von organischer Substanz, eine eigentliche Production nicht mehr stattfinden kann, so bildet die Pflanze die für ihre weitere Entwickelung nöthigen Organe (Wurzelfasern, Blätter, Stengel, Halme, Blüthen und endlich auch die Frucht) aus der in ihren älteren Organen enthaltenen Substanz, aus den in ihren früheren Vegetationsstadien entstandenen Blättern und Wurzeln. Wie das Keimpflänzchen vom Samenkorn lebt, so lebt die nach Stickstoff hungernde Pflanze von ihren bis dahin gebildeten Blättern und Wurzeln, um, so gut es irgend gehen will, alle von der Natur ihr vorgeschriebenen Phasen der Entwickelung durchzumachen und zur Samenreife zu gelangen.

Hat der Boden, in welchem die Pflanze vegetirte, ihr gar keinen Stickstoff geboten, so liefert sie in ihrer Ernte nur so viel Stickstoff*), als das Samenkorn, aus welchem sie entstanden ist, enthielt. Hat der Boden ihr ein wenig assimilirbaren Stickstoff geboten, so liefert sie in ihrer Erntemasse nur so viel Stickstoff, als das Samenkorn und der Boden ihr lieferte, denn eine weitere Stickstoffquelle als die des Bodens steht der Gerstenpflanze nicht zur Verfügung.

2. Wenn ein **Erbsenkorn** keimt und sich zur Pflanze entwickelt, so findet zunächst kein anderer Vorgang statt, als er bezüglich der Entwickelung der Gerstenpflanze geschildert wurde. Es besteht kein Unterschied zwischen den Gesetzen der Stickstoffernährung der Gerste und denjenigen der Erbse. Was für die Gerste gilt, das gilt auch für die Erbse. Auch das Erbsenpflänzchen sucht, sobald das Samenkorn verzehrt ist, die Stickstoffsalze des Bodens auf, und findet es sie nicht, so wird es blaß und hungert und bringt es — falls nicht der unter 3 zu schildernde Vorgang eintritt — zu keiner besseren Entwickelung als die Gerstenpflanze.

*) Genau genommen sogar etwas weniger Stickstoff, doch davon später.

3. Die nach Stickstoff hungernde **Erbsenpflanze** ist jedoch befähigt, mit einer gewissen Art von mikroskopisch kleinen, im Kulturboden vorkommenden Organismen ein unter dem Namen „Symbiose" bekanntes Zusammenleben einzugehen, dessen Merkmale darin bestehen, daß an den Wurzeln der Erbse sich warzenartige Auswüchse, sogenannte Knöllchen, bilden, und daß im ursächlichen Zusammenhang mit dieser Knöllchenbildung **der freie** (chemisch ungebundene) **Stickstoff der atmosphärischen Luft an dem Ernährungsvorgang der Erbse sich betheiligt.**

Nicht an sich also ist die Erbse fähig, den freien Stickstoff der Luft aufzunehmen und zu verarbeiten, sondern es ist hierzu die Mitwirkung einer bestimmten Art von lebensthätigen Mikroorganismen des Bodens erforderlich. Fehlen diese Organismen, so verhält sich die Erbse bezüglich ihrer Stickstoffernährung genau so wie die Gerste.

4. Die unter Mitwirkung von Mikroorganismen erfolgende Betheiligung des atmosphärischen Stickstoffs an der Ernährung der Kulturpflanzen findet — soweit die Forschung es bisher ergeben hat — nur bei der Erbse und anderen Leguminosen statt. Der Gerste und anderen Gramineen ist die Stickstoffquelle der atmosphärischen Luft verschlossen. —

Es ist nicht meine Aufgabe, hier näher einzugehen auf die Versuche Hellriegel's und auf die specielleren Schlußfolgerungen aus seinen Resultaten*). Es war mir nur darum zu thun, den Ausgangspunkt klarzustellen, welchen ich für meine weiteren Darlegungen gewählt habe, und ich hoffe, nun nicht mißverstanden zu werden, wenn ich in der Folge kurzweg von der „Fähigkeit" der Leguminosen spreche, „atmosphärischen Stickstoff aufzunehmen". Wie dies theoretisch zu verstehen ist, habe ich kurz angegeben, und ich gehe jetzt zu einer weiteren Frage über, welche lautet:

---

*) Die betreffenden Arbeiten Hellriegel's finden sich im Beilageheft zu der Zeitschrift des Vereins für die Rübenzucker-Industrie d. D. R. November 1888.

2. Haben alle Leguminosen und haben ausschließlich die Leguminosen die Fähigkeit, atmosphärischen Stickstoff aufzunehmen und zu verarbeiten?

Die Pflanzen, welche Hellriegel für seine Versuche benutzte, waren Erbsen, Lupinen, Serradella einerseits und Hafer, Gerste, Buchweizen andererseits. Um also die practisch höchst wichtige Frage: Haben alle Leguminosen und haben ausschließlich die Leguminosen die Fähigkeit, atmosphärischen Stickstoff aufzunehmen? bestimmter beantworten zu können, war eine Ausdehnung der gleichen Versuche auf Kleearten, Bohnen, Wicken, Lathyrus, Luzerne, Roggen, Weizen, Lein, Senf, Raps, Spörgel, Tabak, Zuckerrüben, Kartoffeln, Möhren 2c. nothwendig.

Zugleich erschien es mir zweckmäßig, die von Hellriegel ausgeführten Versuche, bei welchen ein vollkommen indifferenter, von allem Organischen befreieter Quarzsand gedient hatte, auf gewöhnlichen mit Organismenkeimen jeglicher Art versehenen Ackerböden zu wiederholen, um auf die folgenden Fragen eine Antwort zu erhalten.

1. Liefern die Leguminosen auch auf gewöhnlichem, stickstoffarmem Ackerboden ausnahmslos weit mehr Stickstoff in ihrer Erntemasse als die unter den gleichen Verhältnissen gewachsenen Nichtleguminosen?
2. Erhält man auch bei Anwendung gewöhnlichen Ackerbodens das Ergebniß, daß mit steigender Stickstoffdüngung bei Nichtleguminosen die Erträge im Verhältniß der Stickstoffgaben sich vermehren, bei Leguminosen dagegen entweder gar keine oder eine ganz unregelmäßige Steigerung der Erträge entsteht?
3. Treten die unter 1 und 2 gedachten Unterschiede bei **sämmtlichen** zu den Versuchen herangezogenen Leguminosen und Nichtleguminosen auf?

Ich will jetzt die Resultate unserer hierauf bezüglichen, mit verschiedenen Bodenarten, in verschiedenen Jahrgängen,

theils in Gefäßen, theils auf Bodenparzellen ausgeführten Versuche anführen und zwar zunächst diejenigen, welche die Frage 1 beantworten sollen.

Um die Uebersichtlichkeit des Textes nicht zu beeinträchtigen, führe ich hier nur diejenigen Ergebnisse der Versuche an, welche speciell für die Beantwortung der vorliegenden Frage in Betracht kommen, nämlich diejenigen Zahlen, welche angeben, wieviel Erntemasse bezw. wieviel Stickstoff die verschiedenen Pflanzen unter sonst gleichen Verhältnissen geliefert haben.

Die angeführten Zahlen sind, wie man aus den betreffenden Tabellen ersieht, die Mittelberechnungen aus je 3, 4 oder 6 Parallelversuchen, und sie beziehen sich auf diejenigen Kulturen, welche in nicht mit Stickstoff gedüngtem Boden ausgeführt wurden. Das Nähere ersieht man aus den Tabellen.

	Kulturpflanzen.	Erntesubstanz. g
Versuchsreihe 15	Gerste	15,1
1886.	Weizen	21,5
Kalkhaltiger Lehmboden.	Lein	22,6
	Wicken	**105,7**
Versuche in Gefäßen	Erbsen	**145,9**
ausgeführt.	Incarnatklee . . .	**72,1**
	Luzerne	**152,4**
	Spörgel	17,9
		Geernteter Stickstoff*). g
Versuchsreihe 27		
1887.	Roggen	0,263
Geglühter Sand.	Rübsen	0,183
Versuche in Gefäßen.	Erbsen	**1,896**
Versuchsreihe 7	Roggen	1,849
1887.	Weizen	1,343
Lehmboden.	Gerste	1,145
Versuche auf Bodenparzellen.	Hafer	0,529
	Rübsen	0,347
	Senf	1,182
	Lein	0,930
	Tabak	0,709
	Möhren	1,729

*) Unter „geerntetem Stickstoff" ist der in der gewonnenen Erntesubstanz enthaltene Stickstoff verstanden.

	Kulturpflanzen.	Geernteter Stickstoff. g
Versuchsreihe 34a 1888. Lehmboden. Versuche auf Bodenparzellen.	Buschbohne	9,997
	Pferdebohne . . .	13,132
	Hafer	1,250
	Gerste	1,156
	Weizen	1,518
	Tabak	1,577
	Latyrus silv. . . . (erstes Vegetationsjahr)	5,820
	Kartoffeln	2,256
	Möhren	2,042
Versuchsreihe 34b 1889. Lehmboden. Versuche auf Bodenparzellen.	Hafer	0,905
	Gerste	0,840
	Kartoffeln	2,900
	Zuckerüben	3,266
	Latyrus . . . . . (zweites Vegetationsjahr)	12,03
Versuchsreihe 41a 1888. Lehmboden. Versuche in Gefäßen.	Hafer	0,101
	Weizen	0,132
	Roggen	0,111
	Gerste	0,079
	Rübsen	0,038
	Kartoffeln	0,417
	Möhren	0,143
Versuchsreihe 4 1885. Kalkreicher Sandboden. Versuche auf Bodenparzellen.	zur Gründüngung: Wicken	5,87
	Erbsen	8,03
	Hafer	0,75
1886 Fortsetzung auf denselben Parzellen, nachdem Sommerroggen als Hauptfrucht abgeerntet worden war.	zur Gründüngung: Wicken	14,71
	Erbsen	9,37
	Senf und Buchweizen . . .	1,85
1887 Fortsetzung auf denselben Parzellen, nachdem weißer Senf als Hauptfrucht abgeerntet worden war.	zur Gründüngung: Wicken	10,27
	Erbsen	18,10
	Senf	1,60
1888 Fortsetzung auf denselben Parzellen, nachdem Hafer als Hauptfrucht abgeerntet worden war.	zur Gründüngung: Wicken	6,12
	Erbsen	6,04
	Buchweizen . .	0,40

	Kulturpflanzen.		Geernteter Stickstoff. g
Versuchsreihe 42, 1888. Sandboden. Versuche in Gefäßen.	zur Gründüngung	Buchweizen . .	0,270
		Weißer Senf . .	0,123
		Serradella . . .	0,914
		Lupinen	2,077
		Erbsen	3,087
		Wicken	2,641

Diese Ergebnisse bedürfen wohl kaum einer weiteren Erläuterung. Man sieht auf den ersten Blick, wie ungemein groß die Unterschiede sind zwischen derjenigen Menge geernteten Stickstoffs, welche die **Leguminosen** ergeben haben und derjenigen, welche unter sonst gleichen Verhältnissen bei der Kultur der **Nicht**leguminosen gewonnen worden ist. Die Leguminosen (Wicken, Erbsen, Klee, Lupinen, Buschbohnen, Pferdebohnen, Lathyrus) haben ohne jede Ausnahme viermal, sechsmal bis zehnmal soviel Stickstoff in ihrer Erntemasse geliefert als die Nichtleguminosen (Gerste, Hafer, Weizen, Roggen, Senf, Rübsen, Buchweizen, Lein, Tabak, Möhren, Zuckerrüben, Kartoffeln). Wir haben also bei Versuchen mit gewöhnlichem Ackerboden, die theils in Gefäßen, theils auf Bodenparzellen mit 7 verschiedenen Leguminosen und mit 12 verschiedenen Nichtleguminosen ausgeführt worden sind, ganz regelmäßig und ohne jede Ausnahme die gleichen Resultate erhalten, wie Hellriegel sie bei Gefäßversuchen mit ausgeglühtem, fast stickstofffreiem Sand erhalten hat, und wir können auf Grund dieser Resultate die oben unter 1 gestellte Frage, soweit sie die Bestätigung des specifischen Unterschiedes zwischen der Stickstoffernährung der Leguminosen und derjenigen der Nichtleguminosen betrifft, mit einem unumwundenen **ja** beantworten. Auch auf gewöhnlichem Ackerboden liefern die Leguminosen weit mehr Stickstoff in ihrer Erntemasse als die unter gleichen Verhältnissen gewachsenen Nichtleguminosen.

Von weiteren Schlüssen, die aus obigen Zahlen gezogen werden können, will ich weiter unten sprechen. —

Ich gehe jetzt über zur Prüfung der unter 2 gestellten Frage und gebe hier eine Zusammenstellung der bei steigender

Stickstoffdüngung erhaltenen Erträge aus der Versuchsreihe 34a.

Um eine schnelle und bequeme Uebersicht zu gewinnen, will ich anstatt der Zahlentabellen eine graphische Darstellung geben (Seite 75). Die Höhe der Linien deutet die Höhe der Stickstofferträge (Mittelberechnung aus je 3—4 Parallelversuchen) an, indem je 1 Millimeter Höhe einer Menge von 0,1 g geernteten Stickstoffs entspricht. Die unter den Linien stehenden Zahlen geben die Stickstoffdüngung pro Parzelle in Grammen an.

Ueberblickt man diese Darstellung, so erkennt man sofort, daß bei den Nichtleguminosen ganz regelmäßig die Menge des geernteten Stickstoffs Schritt gehalten hat mit der gegebenen Stickstoffdüngung, während dies bei den Leguminosen **nicht** der Fall ist. Das Gleiche wird man ersehen aus den Versuchsreihen 1, 27, 34b, 2, 14, 13, 6, 7, 12, 17, 41a, 41b, 40, 6b, 9a, 9b, 10a, 10b, 10c, 29, 30a, 31a und 31b. Die Stickstoffdüngungen haben die Stickstofferträge der Leguminosen in ganz unregelmäßiger Weise beeinflußt; bald hat gar keine Steigerung des Stickstoffertrages stattgefunden, bald nur bei der schwächeren Stickstoffdüngung und meist in nur sehr geringem Grade.*)

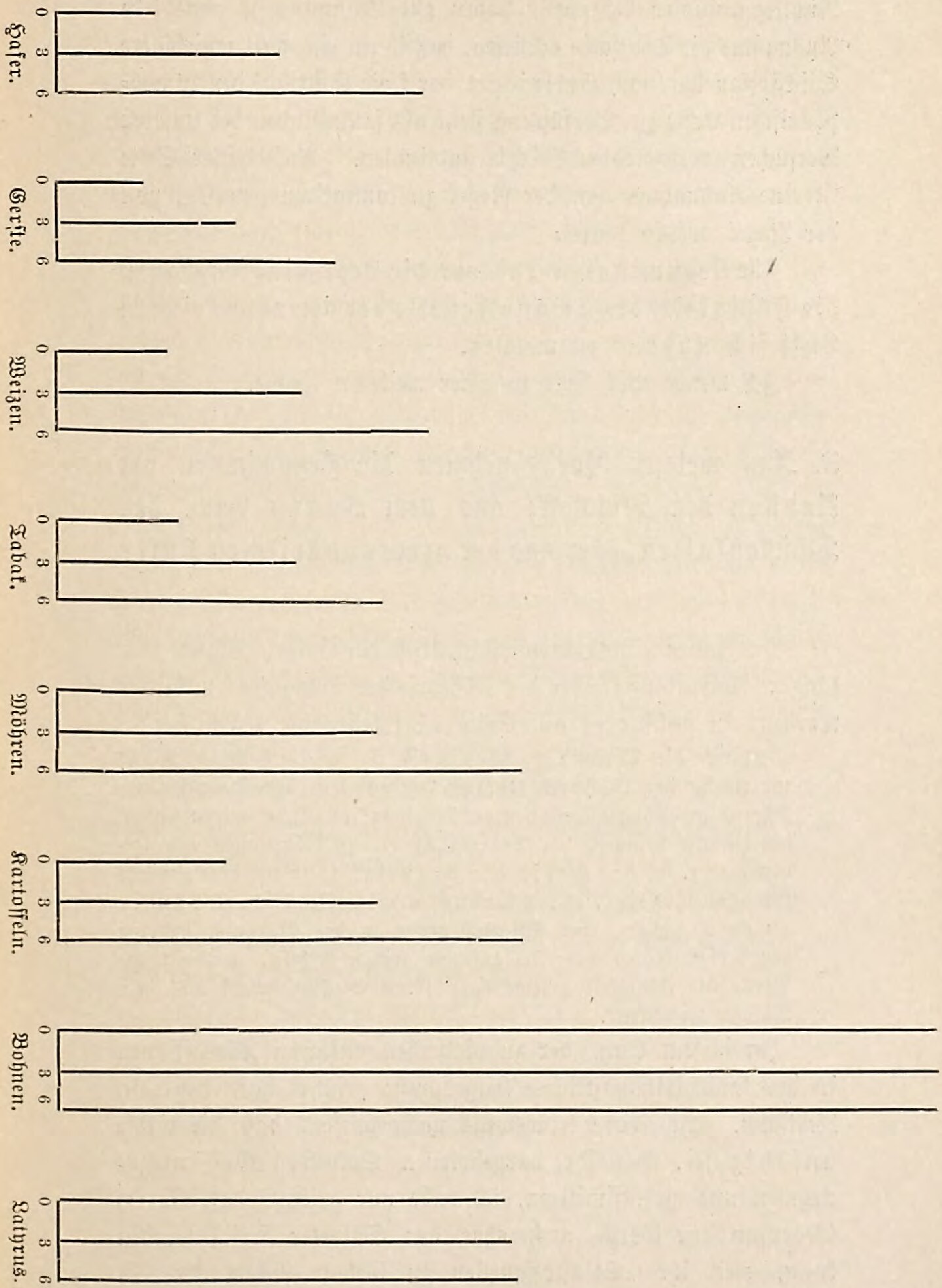
Also auch die Frage 2, welche lautete:

> Erhält man auch bei Anwendung gewöhnlichen Ackerbodens das Ergebniß, daß mit steigender Stickstoffdüngung bei **Nicht**leguminosen die Erträge im Verhältniß der gegebenen Stickstoffdüngung sich mehren, bei **Leguminosen** dagegen entweder gar keine oder eine ganz unregelmäßige Steigerung der Erträge entsteht?

müssen wir auf Grund der vorstehenden Resultate mit ja beantworten, und es ist somit auf die in der Ueberschrift dieses Kapitels gestellte Frage die folgende Antwort zu geben:

Von den bei unseren Versuchen benutzten Pflanzenarten, unter denen sich 7 verschiedene Leguminosen und 12 verschiedene

*) Ich bemerke wieder, daß weitere Schlüsse, die aus den Ergebnissen der einzelnen Versuchsreihen und Versuchspflanzen zu ziehen sind, erst weiter unten besprochen werden.


Hafer.
Gerste.
Weizen.
Tabak.
Möhren.
Kartoffeln.
Bohnen.
Lathyrus.
0 3 6

Nichtleguminosen befanden, haben **alle** Leguminosen ohne jede Ausnahme die Thatsache erwiesen, daß ihnen eine **weit ergiebigere** Stickstoffquelle (nach Hellriegel der freie Stickstoff der atmosphärischen Luft) zur Verfügung steht als sämmtlichen bei unseren Versuchen verwendeten Nichtleguminosen. Auf keiner Seite ist eine Ausnahme von der Regel zu constatiren gewesen, von der Regel, welche lautet:

Alle Leguminosen und **nur** die Leguminosen haben die Fähigkeit, die Stickstoffquelle der atmosphärischen Luft sich nutzbar zu machen. —

Ich wende mich jetzt zu einer weiteren Frage.

3. Aus welcher Quelle nehmen die Leguminosen am liebsten den Stickstoff; aus dem Boden bezw. den Stickstoffsalzen, oder aus der atmosphärischen Luft?

Im Journal für Landwirthschaft ist vor einigen Jahren eine längere Abhandlung über die „Theorie der Düngung" publicirt worden, in welcher es auf Seite 71 (Jahrgang 1884) heißt:

„Durch die Versuche P. Wagner's ist bereits vollständig und zuverlässig der Nachweis erbracht worden, daß der Bedarf einer Pflanze an Düngenährstoffen zunächst von specifischen Eigenschaften der Pflanze bezüglich der Assimilation an Nährstoffen abhängt. So hat z. B. die Erbse die Unfähigkeit (bezw. eine geringe Fähigkeit) gezeigt, ihren Bedarf an Stickstoff dem Dünger zu entnehmen, eine Stickstoffzufuhr in der Düngung hat bei der Erbse keinen oder so gut wie keinen Erfolg, wogegen die Gerste die Fähigkeit gezeigt hat, ihren Stickstoffbedarf aus dem Dünger zu decken".

In diesem Satz, der zu vielfachen unklaren Discussionen in der landwirthschaftlichen Tagespresse geführt hat, liegt ein Irrthum. Ich habe keineswegs nachgewiesen, daß die Erbse unfähig sei, den ihr dargebotenen Salpeterstickstoff aufzunehmen und zu assimiliren, ich habe nur gezeigt, daß sie im Gegensatz zur Gerste **auch ohne** den Salpeter fertig werden kann, weil ihr „Stickstoffquellen zu Gebote stehen, die den

Halmgewächsen verschlossen sind". Wenn Gerste und Erbsen auf einem stickstoffarmen Boden wachsen und die Erbse es ohne Salpeterdüngung schon zu einer Maximalproduction bringt, die Gerste aber erst mit Salpeter gedüngt werden muß, um eine Maximalernte zu liefern, so geht daraus nicht hervor, daß die Erbse „unfähig" sei, den Salpeter zu consumiren, sondern nur, daß sie des Salpeters **nicht bedarf**, um soviel Erntemasse hervorzubringen, als es unter den gegebenen Verhältnissen überhaupt möglich ist. Es steht der Erbse eine andere Stickstoffquelle zur Verfügung, aus der sie, wenn der Salpeter fehlt, ihren Bedarf decken kann, so daß es in der Regel gleichgültig ist, ob man sie mit Salpeter düngt oder nicht.

Daß die Leguminosen unfähig sein sollen, den Salpeterstickstoff aufzunehmen und zu verarbeiten, und daß gar **ich** dies nachgewiesen haben soll, ist ein Irrthum. Die Leguminosen nehmen recht gern den Salpeter auf, vielleicht nur gar zu begierig, denn bekannt ist es ja, daß gerade die Leguminosen sehr starke Salpeterdüngungen weniger gut vertragen können als die Halmgewächse und andere Nichtleguminosen.

Düngt man Erbsen mit steigenden Mengen von Chilisalpeter, so wirken die schwachen Düngungen von Anfang bis zu Ende günstig, während sehr starke Salpeterdüngungen die Erbsen zwar dunkelgrün färben, sie aber längere Zeit in ihrer Entwickelung zurückhalten.

Bei Halmgewächsen tritt diese Wirkung starker Salpeterdüngungen unter den gleichen Verhältnissen entweder nicht oder in nur weit geringerem Grade auf.

Absolut fest steht es, daß die Leguminosen gerade so gut den assimilirbaren Bodenstickstoff aufnehmen und verarbeiten als alle übrigen Pflanzen. Ja, sie nehmen ihn sogar leichter auf als den Stickstoff der atmosphärischen Luft. Kultivirt man Luzerne oder Wicken (bei diesen Pflanzen fällt es am schärfsten in's Auge) in einem sehr stickstoffarmen Boden, und düngt man sie mit steigenden Mengen von Stickstoffsalzen, so wird man stets und vollkommen scharf es erkennen, daß ein

vorübergehender Stickstoffhunger bei den schwächer gedüngten am frühesten, bei den stärker gedüngten am spätesten, stets also erst dann eintritt, wenn das ihnen dargebotene Stickstoffsalz aufgezehrt ist. So lange der Boden löslichen Stickstoff bietet, nehmen die Leguminosen Bodenstickstoff auf, und erst wenn der Boden sie hungern läßt, schöpfen sie aus dem Stickstoffmagazin der Atmosphäre. Wir haben bei mehreren Versuchsreihen (insbesondere bei der Reihe 1 u. 27) nach Aberntung der mit relativ starken Salpeter- und Ammoniakgaben gedüngt gewesenen Leguminosen den Boden mit Wasser ausgewaschen, das Wasser eingedampft und den Rückstand auf Salpetersäure und Ammoniak geprüft, haben jedoch in einigen Fällen gar keinen Stickstoff, in anderen eine sehr geringe Spur von Salpetersäure, niemals aber soviel in Wasser löslichen Stickstoff darin nachweisen können, daß eine quantitative Bestimmung möglich war. Bis auf den letzten Rest haben die Leguminosen den Salpeterstickstoff aus dem Boden aufgenommen, und es ist diese Thatsache, wie wir weiter unten sehen werden, von großer practischer Bedeutung für diejenigen Fragen, welche auf die Stickstoffbereicherung des Bodens durch Gründüngungskulturen und die Wirkung der Gründüngung sich beziehen.

Steht es aber fest, daß die Leguminosen den Stickstoff der Düngesalze schneller und leichter aufnehmen als den Stickstoff der atmosphärischen Luft, so müssen wir fragen:

4. Ist es rationell, die Leguminosen mit Stickstoffsalzen zu düngen?

Wenn, wie wir oben gesehen haben, die kostenlos sich darbietende Stickstoffquelle der atmosphärischen Luft ausreicht, um die Leguminosen zu einer Maximalproduction von Pflanzensubstanz zu bringen, so dürfte man es wohl als eine ausgemachte Sache ansehen, daß eine Düngung der Erbsen, Wicken, Kleearten, Luzerne, Esparsette ꝛc. mit Stickstoffsalzen durchaus

unrationell ist, denn die Stickstoff-Düngesalze kosten viel Geld, während der Stickstoff der atmosphärischen Luft ja umsonst zu haben ist.

Werfen wir einen Blick auf unsere oben vorgeführten Versuchsreihen, so finden wir zwar, daß hier und da selbst bei den Leguminosen einige Ertragserhöhungen durch Stickstoffdüngung stattgefunden haben, aber diese Ertragssteigerungen sind durchweg so gering und sie treten so unregelmäßig auf, daß man sich wohl kaum entschließen wird, auf Grund jener Resultate die Leguminosen mit Stickstoffsalzen zu düngen.

Und doch habe ich in meinen bisherigen Schriften den Rath, die Leguminosen nicht mit Stickstoffsalzen zu düngen, nur unter einer gewissen Einschränkung gegeben. Ich habe gesagt: „Unter **normalen** Kulturverhältnissen ist es nicht rationell, die Leguminosen mit Stickstoffsalzen zu düngen“.

Also wird es nichtnormale Verhältnisse geben, unter welchen es selbst bei Leguminosenkulturen rationell ist, mit Stickstoffsalzen zu düngen? Ja, die Möglichkeit, daß solche Verhältnisse in der Praxis sich finden — wenn auch vielleicht nur selten —, ist vorhanden. Das Folgende wird dies klar machen.

Ich erinnere an die oben gegebene Schilderung der Vegetation in sehr stickstoffarmem Sand wachsender Leguminosen. Erhalten die in solchem Sand vegetirenden Leguminosen keine Stickstoffdüngung, so tritt schon sehr früh ein deutlich ausgeprägter, nach einiger Zeit allmählich wieder verschwindender Stickstoffhunger ein. Giebt man ihnen dagegen ein wenig Stickstoffsalz, so tritt der Stickstoffhunger erst später auf, nachdem die Pflanzen schon eine kräftigere Entwickelung erlangt haben und sie den Kampf um's Dasein mit besserem Erfolg aufnehmen können. Auch tritt in letzterem Fall der Stickstoffhunger der Pflanzen, der Uebergang von der Ernährung mit Bodenstickstoff zur Ernährung mit atmosphärischem Stickstoff weit weniger markirt auf, als wenn die Pflanzen keinen oder nur sehr wenig Stickstoff im Boden finden. Das aber ist von nicht unerheblicher practischer Bedeutung, denn wenn es auch erreichbar ist —

wie unsere Versuche es ja gezeigt haben —, daß Erbsen, Wicken, Klee rc. ganz ohne Mitwirkung von Bodenstickstoff nach längerer Hungerperiode die Fähigkeit erlangen, aus dem Stickstoffmagazin der Luft zu schöpfen, so ist es doch in hohem Grade gefährlich, sie einer solchen Hungerperiode auszusetzen. Es gehen gar viele Pflanzenindividuen dabei zu Grunde. Sie werden durch Feinde zerstört, weil sie nicht kräftig genug sind, die ihnen zugefügten Verluste zu ersetzen, oder sie vertrocknen, weil sie nicht tief genug wurzeln, oder sie werden von Pilzkrankheiten befallen, weil ihre Säfte nicht widerstandsfähig genug sind; oder sie werden durch den Hunger nach Stickstoff zu sehr geschwächt und sterben ab. Auf sehr stickstoffarmen, auf stark ausgeraubten Böden kann es also von lohnendem Erfolg sein, auch den Leguminosen eine Düngung mit Stickstoffsalzen zu geben, allein — es darf dies stets nur eine verhältnißmäßig geringe Düngung sein, und sie muß der Pflanze schon in ihrem ersten Vegetationsstadium zur Verfügung stehen — sie ist nicht rationell.

Ich will einige Ergebnisse unserer Versuche zur Bestätigung dieser Behauptung anführen.

1. In der Versuchsreihe 1 erhielten wir bei Wickenkulturen in einem stickstoffarmen Sand die folgenden Resultate.

Ohne Stickstoff wurden geerntet:	40,2 g	Erntemasse mit	1,65 g	Stickst.	
bei Düngung von 0,25 g Stickst. wurden geerntet	65,1 g	„	„ 2,77	„	„
bei Düngung von 0,5 g Stickst. wurden geerntet	61,5 „	„	„ 2,51	„	„

Hier also hat die Düngung von 0,25 g Stickstoff einen erheblichen Mehrertrag und — sogar einen **Gewinn** von **0,87** g Stickstoff hervorgebracht, wie die folgende Rechnung es ergiebt.

Bei einer Düngung von 0,25 g Stickstoff wurden geerntet:	2,77 g	Stickstoff,	
ohne Stickstoff wurden geerntet	1,65 „	„	,
es bleibt also ein Plus von	1,12 g	„	.
Davon gehen ab 0,25 g Düngerstoff	0,25 „	„	,
es bleibt somit ein **Gewinn** von	0,87 g	„	.

Die Salpeterdüngung hat also die Wicken zu reichlicherer Aufnahme von atmosphärischem Stickstoff veranlaßt. Aber schon die schwächere Düngung (0,25 g) hat den Maximalertrag hervorgebracht; die stärkere Stickstoffdüngung (0,5 g) hat keine weitere Ertragssteigerung bezw. Mehraufnahme von Stickstoff bewirken können.

2. Auch bei der Versuchsreihe 15, die mit kalkhaltigem Lehmboden ausgeführt wurde, sieht man es deutlich, wie selbst schon eine sehr geringe Stickstoffdüngung (nur 0,098 g Stickstoff pro Gefäß) die Entwickelung der Pflanzen zu einer gleichmäßigeren machte und den Durchschnittsertrag der Wicken bedeutend erhöhte.

Ohne Stickstoffdüngung wurden im Mittel 105,7 g Erntesubstanz, bei einer Düngung von 0,098 g Stickstoff dagegen **148,6** g Erntesubstanz erhalten, während stärkere Düngungen wiederum nicht imstande waren, eine weitere Steigerung des Ertrages zu bewirken. Aehnlich verhält es sich beim Incarnatklee (Versuchsreihe 15). Es wurden erhalten:

ohne Düngung			72,1 g Erntesubstanz,
bei einer Düngung von	0,098 „	Stickstoff	87,2 „ „
„ „ „ „	0,172 „	„	89,1 „ „
„ „ „ „	0,246 „	„	85,9 „ „

stärkere Stickstoffdüngungen haben also auch hier keine weiteren Ertragserhöhungen bewirken können.

Es seien noch die Ergebnisse der in Sand ausgeführten Erbsenkulturen der Versuchsreihe 27 hier angeführt. Wir erhielten:

ohne Stickstoffdüngung			1,896 g Stickstoff,
bei einer Düngung von	0,5	g Stickstoff	2,672 „ „
„ „ „ „	0,75 „	„	2,416 „ „
„ „ „ „	1,0 „	„	2,411 „ „ .

Auch hier also hat die geringere Düngung von 0,5 g eine Mehraufnahme von atmosphärischem Stickstoff bewirkt, während die stärkeren Düngungen im Vergleich zur geringeren wiederum keine weitere Steigerung des Ertrages bewirken konnten und

demnach von practischem Standpunkte aus als unrationell zu bezeichnen sein würden.

Selbstverständlich beziehen sich sämmtliche unter 1 bis 3 angeführten Zahlen auf Verhältnisse, unter welchen selbst die höchsten der angeführten Stickstoffdüngungen bei Halmgewächsen und anderen Nichtleguminosen noch zur vollen Wirkung gelangten und noch nicht einmal ausreichend waren, die erzielbaren Maximalerträge hervorzubringen. Aus den Tabellen ersieht man das Nähere.

Die angeführten Beispiele bestätigen nun wohl zur Genüge die Richtigkeit der Behauptung, daß es Fälle in der Praxis geben kann, in denen es durchaus nicht unrationell ist, auch den Leguminosen eine geringe Stickstoffdüngung in Form von Chilisalpeter oder Ammoniaksalz zu geben. Allerdings nur eine ganz geringe darf es sein, etwa nur 1 Centner Chilisalpeter pro Hektar oder noch weniger, denn es kommt ja nur darauf an, die jungen Pflänzchen schnell zu kräftigen, sie schnell in die Höhe zu bringen, ihnen schnell über das kritische Stadium hinwegzuhelfen, sie möglichst schnell bis zu demjenigen Entwickelungszustand zu bringen, in welchem sie kräftig genug sind, um ohne große Schädigung den Uebergang von der Ernährung mit Bodenstickstoff zur Ernährung mit atmosphärischem Stickstoff zu ertragen.

Aufgabe des practischen Landwirthes ist es, in jedem einzelnen Fall es zu erwägen und eventuell durch einen Versuch es festzustellen, ob ein so stickstoffarmer, vielleicht so stark ausgeraubter Boden vorliegt, daß selbst für die Leguminosen eine geringe Stickstoffdüngung vortheilhaft ist.

Die Urtheile der Praxis über die Wirkung einer Salpeterdüngung auf Leguminosen lauten ja sehr verschieden. Bald hört man eine gute Wirkung rühmen, bald ist der Salpeter wirkungslos geblieben. Die Frage aber, wie diese Widersprüche zu lösen sind, macht uns auf Grund der obigen Darlegungen keine Schwierigkeit mehr. Es ist ja ganz natürlich, daß der Erfolg einer Stickstoffdüngung bei Leguminosen ein durchaus unregelmäßiger und von den näheren Umständen in hohem Grade abhängiger sein muß. Ist der Boden in gutem Düngungs-

zustande, und sind alle übrigen Vegetationsverhältnisse normal, so wird eine Stickstoffsalzdüngung auf Leguminosen nicht oder nur sehr wenig, jedenfalls nicht rentabel wirken. Ist der Boden dagegen arm, und stellen sich sonstige ungünstige Verhältnisse der Entwickelung der Leguminosen entgegen, so wird eine Düngung mit Stickstoffsalzen merkbar zur Wirkung kommen. Es bleibt dann nur noch zu beurtheilen, ob die Wirkung auch bis zum Schluß der Vegetation anhält — meist verschwindet sie nämlich bald, wie es sich aus dem oben Besprochenen leicht erklärt — und ob sie ausgiebig genug ist, um einen Reingewinn zu erbringen.

Ich bleibe auf Grund unserer Forschungsergebnisse bei der Ansicht, daß es nur Ausnahmefälle sein werden, in welchen eine Stickstoffsalzdüngung bei Leguminosen sich bezahlt macht.

5. Welche Zwecke haben wir bei der Stickstoffdüngung der Kulturpflanzen in's Auge zu fassen?

Das im vorigen Kapitel Besprochene führt uns zu dieser Frage, und ich antworte darauf das Folgende.

Es sind zwei wesentlich verschiedene Zwecke, welche wir bei der Stickstoffdüngung der Kulturpflanzen in's Auge zu fassen haben, und es ist nothwendig, hierüber völlig klar zu sein, denn bald sind beide Zwecke, bald nur der eine von ihnen zu verfolgen.

Der eine Zweck besteht darin, daß man das junge Pflänzchen durch Zuführung reichlicher, schnell aufnehmbarer Nahrung möglichst rasch bis zu demjenigen Entwickelungsstadium zu bringen sucht, in welchem es allen schädigenden Angriffen erfolgreichen Widerstand zu leisten vermag und in welchem eine sehr intensive Productionsthätigkeit beginnt. Der andere, hiervon streng zu unterscheidende Zweck aber besteht darin, daß man der bereits kräftig entwickelten und productionsfähigen Pflanze Stickstoffsalze zuführt, welche ihr einfach als Rohmaterial zur Erzeugung von Ernteproducten dienen. Der erstgenannte Zweck ist vergleichbar mit der Herstellung einer Maschine; der letztere mit der Versorgung der Maschine mit Rohmaterial.

Bei der Düngung der „Leguminosen“, also der Erbsen, Wicken, Bohnen, Kleepflanzen ꝛc., ist nur der erstere Zweck ins Auge zu fassen: nur für die möglichst schnelle und vollkommene Herstellung der „Maschine“, der productionsfähigen Pflanze, hat man Sorge zu tragen und hierfür, falls es nöthig ist, etwas Stickstoffsalz zu Hülfe zu nehmen. Einer Speisung der bereits fertigen und in Thätigkeit befindlichen Maschine mit Stickstoff-Rohmaterial bedarf es bei diesen Pflanzen nicht, denn das für eine selbst hochintensive Production erforderliche Stickstoffquantum erhalten die „Leguminosen“ aus dem Stickstoffmagazin der atmosphärischen Luft.

Bei der Düngung der „Nichtleguminosen“ dagegen, bei der Düngung der Halmgewächse, Kartoffeln, Rüben, Raps, Lein u. s. w., sind in der Regel beide Zwecke zu verfolgen. Es ist meist nothwendig, unter Beihülfe von Stickstoffsalz sowohl eine schnelle, üppige Entwickelung der Pflanzen zu bewirken, als auch der Pflanze viel stickstoffhaltiges Rohmaterial zuzuführen; doch kommen auch Fälle vor, in welchen entweder nur der eine, oder nur der andere Zweck in's Auge zu fassen ist.

Gilt es, eine ausgewinterte Saat zu kräftigen, eine schlecht aufgegangene oder durch Insektenfraß, durch ungünstige Witterung ꝛc. geschädigte Saat zu reichlicher Bestockung anzuregen, durch Erdflöhe ꝛc. befeindete Pflanzen möglichst schnell in die Höhe zu bringen und gegen alle nachtheiligen Einflüsse widerstandsfähig zu machen: so ist eine Kopfdüngung mit Chilisalpeter bekanntlich von ausgezeichnetem Erfolge.

Dies Mittel aber ist nicht nur auf einem stickstoffarmen, sondern mitunter auch auf einem „stickstoffreichen“ Boden mit bestem Erfolg anzuwenden, auf einem Boden, dessen Stickstoffgehalt unter normalen Verhältnissen ausgereicht haben würde, den höchstmöglichen Ertrag zu erzeugen. Aus dem organischen Stickstoff des Bodens wird täglich nur ein verhältnißmäßig geringes Quantum löslichen Stickstoffsalzes gebildet, und wo dies zu einer sehr schnellen Entwickelung der Pflanze nicht reicht, da wird es unter Umständen selbst bei sonst

stickstoffreichem und in dem späteren Vegetationsstadium der Pflanze auch keiner weiteren Stickstoffzufuhr bedürfendem Boden rationell sein können, durch Anwendung von Stickstoffsalz eine vorübergehend intensivere Ernährung der jungen Pflanze zu bewirken.

Ebenso kann auch der umgekehrte Fall eintreten. Es kann eine sehr kräftige Entwickelung der Pflanze in ihrem ersten Vegetationsstadium — beispielsweise allzustarke Bestockung bei den Getreidearten — unerwünscht sein, es kann als vortheilhafter angesehen werden, die erste Entwickelung der Pflanze nicht zu sehr zu forciren, das Hauptgewicht der Stickstoffernährung vielmehr auf die spätere Entwickelung, mehr gegen die Zeit der Fruchtbildung zu legen, über welche Frage ich weiter unten Näheres mittheilen werde.

Eine Steigerung der Erträge in Folge von Stickstoffdüngungen erfolgt also entweder

1) dadurch, daß der lösliche Stickstoff die erste Entwickelung der Pflanze beschleunigt, oder
2) dadurch, daß der bereits genügend entwickelten Pflanze Stickstoff als Rohmaterial zur Bildung reichlicher Erntemasse zugeführt wird, oder
3) dadurch, daß beides geschieht: eine beschleunigte Entwickelung der jungen Pflanze und eine reichliche Versorgung der ausgebildeten Pflanze mit Stickstoff-Rohmaterial.

Der Landwirth hat nun zu beurtheilen, welcher Zweck der Stickstoffdüngung in dem ihm vorliegenden speciellen Fall am meisten in Betracht kommt, und er hat darnach sowohl die Stärke der zu gebenden Düngung als auch die Zeit ihrer Anwendung zu bestimmen, wozu die in den jetzt folgenden Abschnitten zu gebenden Erläuterungen ihm weitere Anhaltspunkte bieten sollen.

6. Welche Pflanzen haben das relativ größte Düngebedürfniß für Stickstoff?

Die weitaus geringsten Anforderungen an den Stickstoffgehalt des Bodens stellen — wie wir gesehen haben —

die Leguminosen, denn nur in ihrer frühesten Jugend bedürfen sie einer größeren Menge leichtlöslichen Bodenstickstoffs. Später öffnet sich ihnen das unerschöpfliche Stickstoffmagazin der atmosphärischen Luft, und es ist von da ab unnöthig, in Form von Chilisalpeter oder Ammoniaksalz ꝛc. ihnen leicht assimilirbaren Bodenstickstoff zu bieten.

Anders ist es bei den Nichtleguminosen. Niemals erlangen diese Pflanzen die Fähigkeit, aus einer anderen Stickstoffquelle zu schöpfen als aus den löslichen Stickstoffverbindungen des Bodens.

Die Halmgewächse, die Kartoffeln, die Rüben, der Raps, Senf, Lein, Tabak ꝛc. haben also das relativ größte Düngebedürfniß für Stickstoff. Sie müssen während der ganzen Dauer ihrer Vegetation mit Bodenstickstoff oder Düngerstickstoff ernährt werden.

Nun aber frage ich weiter:

Haben auch diese Pflanzen unter sich wieder ein verschieden großes Düngebedürfniß für Stickstoff, oder ist dasselbe bei ihnen allen gleich?

Wir wollen sehen, was hierauf zu antworten ist.

Nehmen wir einmal die Düngetafel von E. Lierke zur Hand. Auf derselben finden wir angegeben, daß zur Erzeugung mittlerer Ernten in runden Zahlen erforderlich sind pro Hektar:

bei	Gerste	60	Kilo	Stickstoff,
„	Roggen	60	„	„
„	Hafer	70	„	„
„	Weizen	80	„	„
„	Kartoffeln	100	„	„
„	Tabak	100	„	„
„	Raps	110	„	„
„	Möhren	130	„	„ .

Wir sehen also, daß das Stickstoffbedürfniß dieser Pflanzen ein recht verschiedenes ist. Die einen haben um die Hälfte mehr Stickstoff nöthig als die anderen.

Nun frage ich: drücken diese Zahlen, die den Bedarf der

Pflanzen an Stickstoff angeben, auch die Größe ihres **Dünge**bedürfnisses für Stickstoff aus?

Hat beispielsweise die Möhre, die zur Erzeugung einer mittleren Ernte nicht weniger als **130 Kilo** Stickstoff bedarf, eine doppelt so starke Stickstoffdüngung nöthig als die auf dem gleichen Acker wachsende Gerste, die schon mit **60 Kilo** Stickstoff zufrieden ist? Ich meine, es bleibt uns wohl nichts anderes übrig, als diese Frage mit ja zu beantworten, denn wenn die atmosphärische Luft der Gerste sowohl als auch der Möhre keinen Stickstoff liefert, beide Pflanzen also auf den Bodenstickstoff angewiesen sind, und sie aus dem Boden nur die löslichen Stickstoffsalze aufnehmen können, so müssen wir wohl die Möhren mit doppelt so viel leichtlöslichem Stickstoff düngen als die Gerste, um unter sonst gleichen Verhältnissen von beiden Pflanzenarten eine „Mittelernte" zu erhalten.

Es scheint hiergegen nichts einzuwenden zu sein, aber doch wollen wir diese practisch so sehr wichtige Frage einmal näher prüfen.

Ich führe die folgenden Zahlen aus unsern Versuchen an, die uns eine Grundlage für weitere Erwägungen geben werden.

Bei Kulturen auf nicht mit Stickstoff gedüngtem Boden sind von uns erhalten worden:

Versuchsreihe 6, Versuche auf Bodenparzellen 1887.	bei Hafer	267,6 g	Trockensubstanz	mit	2,844 g	Stickstoff,
	„ Kartoffeln	414,2 „	„	„	**3,891** „	„
	„ Zuckerrüben	681,8 „	„	„	**7,262** „	„ .
Versuchsreihe 7, Versuche auf Bodenparzellen 1887.	„ Roggen	204,3 „	„	„	1,849 „	„
	„ Weizen	139,8 „	„	„	1,343 „	„
	„ Gerste	109,6 „	„	„	1,145 „	„
	„ Rübsen	28,3 „	„	„	0,347 „	„
	„ Senf	69,7 „	„	„	1,182 „	„
	„ Lein	85,5 „	„	„	0,930 „	„
	„ Tabak	66,9 „	„	„	0,709 „	„
	„ Möhren	246,6 „	„	„	**1,729** „	„ .

Versuchsreihe 12, Versuche in Gefäßen 1887.	bei Hafer	205,1 g Trockensubstanz	mit 1,429 g Stickstoff,
	„ Rübsen	90,4 „ „	„ 1,076 „ „
	„ Roggen	187,8 „ „	„ 1,114 „ „
	„ Lein	171,9 „ „	„ 1,694 „ „ .
Versuchsreihe 34a, Versuche auf Bodenparzellen 1888.	„ Hafer	156,6 „ „	„ 1,250 „ „ ,
	„ Gerste	125,4 „ „	„ 1,156 „ „
	„ Weizen	157,0 „ „	„ 1,518 „ „
	„ Tabak	97,2 „ „	„ 1,577 „ „
	„ Kartoffeln	220,7 „ „	„ **2,256** „ „
	„ Möhren	334,4 „ „	„ **2,042** „ „ .
Versuchsreihe 34b, Versuche auf Bodenparzellen 1889.	„ Hafer	110,6 „ „	„ 0,905 „ „ ,
	„ Gerste	87,8 „ „	„ 0,840 „ „
	„ Kartoffeln	224,2 „ „	„ **2,900** „ „
	„ Zuckerrüben	245,2 „ „	„ **3,266** „ „ .

Auch noch die folgenden Resultate seien angeführt.

Bei Versuchsreihe 10a, 10b, 10c wurde im Jahr 1887 auf nicht mit Stickstoff gedüngtem Boden Sommerroggen gebaut und dabei erhalten:

217,2 g Trockensubstanz mit **1,690** g Stickstoff.

Im Jahr 1888 wurde ohne Stickstoffdüngung auf den gleichen Parzellen Sommerweizen gebaut und dabei erhalten:

67,8 g Trockensubstanz mit **0,705** g Stickstoff.

Im Jahr 1889 wurden ohne Stickstoffdüngung auf den gleichen Parzellen **Möhren** gebaut und dabei erhalten:

286,4 g Trockensubstanz mit **1,809** g Stickstoff.

Durch die Roggenkultur im Jahr 1887 also waren die Parzellen so arm an Stickstoff geworden, daß sie der im Jahr 1888 folgenden Halmfrucht (Sommerweizen) nur noch **0,705** g Stickstoff liefern konnten. Dem durch Sommerweizen nun aber noch **weiter** ausgeraubten Boden konnten die im Jahr 1889 folgenden **Möhren** nicht weniger als **1,809** g Stickstoff entziehen!

Ich glaube, daß diese Zahlen von großem Interesse und von großer practischer Bedeutung sind.

Sie zeigen, daß die Stickstoffmengen, welche die verschiedenen Kulturpflanzen unter sonst gleichen Verhältnissen aus einem nicht mit Stickstoffsalzen gedüngten Boden aufnehmen können, sehr verschieden groß sind und dementsprechend auch das Düngebedürfniß der Kulturpflanzen für Stickstoff, d. h. das Bedürfniß nach leichtlöslichem Stickstoff ein verschieden großes sein muß. Der leichteren Uebersicht wegen will ich einmal Hafer, Gerste und Kartoffeln aus den Versuchsreihen 34a und 34b, in welchen alle drei genannten Pflanzenarten vertreten sind, herausgreifen und das relative Mittel der Ergebnisse berechnen. Es ist das folgende.

Setzt man die durch Gerste dem ungedüngten Boden entzogene Stickstoffmenge = **100**, so haben unter den gleichen Verhältnissen der Hafer **108** Stickstoff und die Kartoffeln **258** Stickstoff dem Boden entzogen.

Der Hafer hat also um 8% mehr Stickstoff aus dem ungedüngten Boden aufnehmen können als die Gerste, die Kartoffeln aber mehr als **doppelt** so viel als der Hafer!

Wie ist dies zu erklären?

Hätten wir es nicht mit Stickstoff, sondern mit Kali oder Phosphorsäure zu thun, so würde es nicht so schwer sein, eine Erklärung zu finden. Wir könnten dann einfach sagen, die Kartoffelwurzel wird wohl eine stärker lösende Kraft für die Phosphate und die Kalisalze des Bodens haben, sie wird in Folge dessen auch die schwerer löslichen Phosphate und Kaliverbindungen ausnützen, während der Hafer dies in nur geringem Maße kann, und die Gerste noch weniger dazu fähig ist als der Hafer. In dem vorliegenden Fall aber können wir diese Erklärung nicht gebrauchen. Wir können nicht annehmen, daß die Kartoffel „schwer lösliche" Stickstoffverbindungen des Bodens sich anzueignen vermag. Denn aus was bestehen die „schwer löslichen" Stickstoffverbindungen des Bodens? Aus Humus, aus unzersetzten Pflanzentheilen, aus unzersetzten

Resten des Stallmistes oder sonstiger Düngemittel organischen Ursprungs. Von allen diesen stickstoffhaltigen organischen Verbindungen aber wissen wir, daß weder die Gerste, noch auch die Kartoffel sie aufnehmen können; sie alle müssen erst in Fäulniß und Verwesung übergehen; der in ihnen enthaltene Stickstoff muß erst in Ammoniak und Salpetersäure übergehen, ehe er den Pflanzen als Nährstoff dient. Als aufnehmbare Stickstoffverbindungen besitzen wir im Boden nur die salpetersauren Salze und das schnell in Salpetersäure sich umwandelnde Ammoniak.

Können wir nun aber annehmen, daß die Kartoffel die im Boden enthaltenen salpetersauren Salze schneller und vollständiger aufnimmt und besser ausnutzt als die Gerste und der Hafer? Nein, durchaus nicht. Die genannten Pflanzenarten nehmen vielmehr gleich schnell und gleich vollständig die im Boden ihnen gebotenen salpetersauren Salze auf und verarbeiten sie gleich schnell zu organischer Substanz.

Wie aber finden wir dann eine Erklärung? Wie kommt es, daß unter absolut gleichen Verhältnissen die Gerste nur **100** g Stickstoff in ihrer Erntesubstanz (in Körnern und Stroh) liefert, die Kartoffel dagegen 258 g Stickstoff in Knollen und Kraut?

Nun, ich denke, es ist doch nicht so schwer, eine befriedigende Erklärung zu finden.

Zunächst müssen wir bedenken, daß wir bei der Kartoffel, der Möhre, der Zuckerrübe, die ja alle, wie wir gesehen haben, eine relativ große Menge von Stickstoff in ihrer Erntesubstanz liefern, nicht nur die o b e r i r d i s c h e, sondern auch die u n t e r i r d i s c h e Substanz gewinnen und in Rechnung stellen. Es bleiben bei diesen Pflanzen weit weniger Wurzelfasern und mit ihnen weit weniger Stickstoff im Boden zurück als bei den Halmgewächsen. Aber dies ist es nicht allein. Dieser Umstand würde nicht genügen, um die vorliegende Thatsache vollständig zu erklären, denn die Differenz zwischen der Stickstoffmenge, die die Halmgewächse in Stoppeln und Wurzeln dem Boden

hinterlassen, und derjenigen, welche auf den Kartoffel- und Rübenäckern dem Boden in Form von Wurzelfasern und Blätterabfall bleibt, ist nicht so groß, daß sie in obigem Zahlenverhältniß einen zutreffenden Ausdruck finden könnte. Es kommt noch etwas Anderes hinzu, wie aus folgender Ueberlegung es sich ergiebt.

Bleiben wir bei dem angeführten Resultat stehen: die Gerste hat 100 g Stickstoff, die Kartoffel unter den gleichen Verhältnissen 258 g Stickstoff aus dem ungedüngten Boden aufgenommen, bezw. in Form von Erntesubstanz geliefert. Nun frage ich: in welcher Form hat die Kartoffel den Stickstoff aufgenommen? Antwort: in Form von salpetersauren Salzen. Aber wann hat der Boden jene 258 g Salpeterstickstoff der Kartoffelpflanze zur Verfügung gestellt, etwa schon bei der Einsaat der Kartoffel? Nein, der Boden hat bei der Einsaat vielleicht nur 30 g Stickstoff in Form von salpetersauren Salzen enthalten, die übrigen 228 g Salpeterstickstoff sind erst im Laufe der folgenden drei oder vier Monate aus den organischen Verbindungen des Bodens ganz allmählich gebildet worden; pro Tag hat die Kartoffel nur etwa 2 g löslichen Stickstoff zur Aufnahme erhalten.

Denken wir uns nun andererseits die Gerste auf dem gleichen Acker wachsend. Auch hier sind 30 g Stickstoff bei der Einsaat der Gerste löslich gewesen, auch hier sind an jedem Tage weitere 2 g Salpeterstickstoff entstanden und haben sich der Gerste zur Verfügung gestellt, allein — und dies ist von hervorragend practischer Bedeutung — die Gerste ist nicht wie die Kartoffel fähig gewesen, drei oder vier Monate lang den täglich sich lösenden Stickstoff aufzunehmen. Die Gerste hat eine viel kürzere Vegetationsdauer als die Kartoffel; vielleicht nur halb so viel oder noch weniger Tage stehen ihr zur Verfügung, während welcher sie den allmählich sich lösenden Stickstoff des Bodens aufnehmen und verarbeiten kann. Sind diese Tage vorüber, so kann sie mit dem ihr von jetzt ab noch dargebotenen Stickstoff nichts anfangen, sie läßt ihn unbenutzt liegen, oder

sie nimmt einen Theil desselben auf, ohne ihn jedoch zur Mehrproduction von Pflanzensubstanz zu verwerthen*).

Damit hätten wir eine Erklärung für die Thatsache gefunden, daß die Kartoffel unter sonst gleichen Verhältnissen doppelt so viel Stickstoff aus dem Boden hat zunehmen und verwerthen können als die Gerste.

Aber wir wollen prüfen, ob unsere Erklärung richtig ist. Ist sie richtig, so muß die Gerste einen an leichtlöslichem Stickstoff **reicheren** Boden hinterlassen als die Kartoffel, und es muß demgemäß eine Nachfrucht auf dem Gersteacker sich schneller entwickeln als auf dem Kartoffelacker.

Wir wollen sehen, ob dies stimmt.

Die Versuchsreihe 34a giebt uns hierüber Aufschluß. Nach Aberntung von Gerste, Kartoffeln, Möhren wurden die betreffenden Parzellen, ohne daß eine Düngung erfolgt war, mit weißem Senf eingesäet, welcher Mitte October grün geerntet wurde.

An Erntemasse wurde im Durchschnitt erhalten:

32,9	g	Trockensubstanz	auf	den	Gersteparzellen,
15,9	„	„	„	„	Kartoffelparzellen,
3,1	„	„	„	„	Möhrenparzellen.

Diese Ergebnisse also stehen mit obiger Darlegung vollständig im Einklang. Die Gerste hat am frühesten die Fähigkeit verloren, den im Boden allmählich sich lösenden Stickstoff aufzunehmen, dann ist die Kartoffel gefolgt, dann die Möhre. In Folge dessen hat die Gerste den an löslichem Stickstoff

*) G. Liebscher hat bereits im Jahr 1887 (Journal f. Landw. 35, 2, S. 335) auf die Möglichkeit hingewiesen, daß aus dem bei den verschiedenen Kulturpflanzen sehr verschiedenen Verlauf der Nährstoffaufnahme die Ungleichheiten im Düngebedürfniß sich erklären lassen. Auch die ausnehmend große Stickstofferernte, welche die Leguminosen liefern, suchte Liebscher auf die relativ lange Vegetationsdauer der Leguminosen zurückzuführen, doch trifft dies, wie wir gesehen haben, nicht ganz zu.

reichsten, die Möhre den an löslichem Stickstoff **ärmsten** Boden hinterlassen, und der Senf hat dementsprechend auf den Gersteparzellen rund **33** g Trockensubstanz, auf den Möhrenparzellen dagegen nur **3** g Trockensubstanz geliefert!

Ich will noch ein weiteres, hiermit im Einklang stehendes Beispiel anführen.

Nützt die länger vegetirende Möhre den Bodenstickstoff besser aus als das kürzer vegetirende Halmgewächs, so muß das Gleiche auch bezüglich der Ausnützung des Stallmiststickstoffs gelten, denn auch der Stallmist liefert nicht sofort eine große Menge assimilirbaren Stickstoffs, sondern ganz allmählich wird sein unlöslicher organischer Stickstoff in löslichen Salpeterstickstoff übergeführt. Die Möhre also muß auch den Stallmiststickstoff erheblich besser ausnützen als das Halmgewächs.

Dies bestätigen die Versuchsreihen 39 und 10.

Setzen wir die Ausnützung des Stallmiststickstoffs durch die im ersten Düngungsjahr gebauten Halmgewächse = 100, so wurde erhalten

a) bei Versuchsreihe 39:
Hafer : 100 im ersten Jahre,
Möhren: **370** im zweiten Jahre nach wiederholter Düngung;

b) bei Versuchsreihe 10:
Roggen: 100 im ersten Jahre,
Weizen: **132** im zweiten Jahre nach wiederholter Düngung,
Möhren: **464** im dritten Jahre nach wiederholter Düngung.

Die Möhren (auch die Kartoffeln, Rüben und alle Pflanzen von längerer Vegetationsdauer) also haben in Uebereinstimmung mit obigen Darlegungen nicht nur für den Bodenstickstoff, sondern auch für den Stallmiststickstoff (überhaupt für alle langsamer sich zersetzenden Stickstoffverbindungen) ein erheblich besseres Ausnützungsvermögen gezeigt als die Halmgewächse,

und es ist das eine Thatsache, welche dem Practiker ja nicht unbekannt ist, wenngleich er sich nicht überall die richtige Erklärung dafür hat geben können.

Ich glaube, daß wir auf Grund unserer Prüfungen die in der Ueberschrift gestellte Frage jetzt wie folgt beantworten können:

Die Pflanzen von verhältnißmäßig kurzer Vegetationsdauer, die Halmgewächse, der Raps, der Rübsen, der Senf und ähnliche Pflanzen haben das relativ größte Bedürfniß für schnell aufnehmbaren Bodenstickstoff, also für eine Düngung mit Chilisalpeter, Ammoniaksalz und schnell zersetzbaren organischen Stickstoffdünger. Pflanzen von längerer Vegetationsdauer dagegen, wie Kartoffeln, Rüben, Carotten, Wiesengräser 2c. bedürfen in relativ geringerem Maße der Zufuhr von **schnell** aufnehmbarem Stickstoff, sie haben mehr Zeit, sie können auch die langsamer sich zersetzenden Stickstoffverbindungen, den Humus des Bodens, den Stallmist, den Knochenmehlstickstoff relativ gut verwerthen, während endlich die Leguminosen das weitaus **geringste** Bedürfniß für leichtlöslichen Stickstoff haben, indem sie ja nicht nur durch relativ lange Vegetationsdauer sich auszeichnen, sondern auch noch das Vermögen erlangen, **atmosphärischen Stickstoff** aufzunehmen.

Die Tabellen von Lierke, von denen wir bei Besprechung dieses Kapitels ausgegangen sind, drücken also wohl das Gesammt-Bedürfniß einer jeden Kulturpflanze für Stickstoff aus, nicht aber das **Düngebedürfniß** der Pflanze für Stickstoff, d. h. nicht das Bedürfniß für Boden- und Düngerstickstoff und auch nicht das specifische Bedürfniß für **leichtlöslichen** Boden- und Düngerstickstoff.

Nicht ohne weiteres also sind die Tabellen von Lierke als „Düngungstabellen“ zu verwenden. In wie weit sie uns aber Anhaltspunkte geben können zur Beurtheilung der Frage, mit wie viel Stickstoff wir die verschiedenen Kulturpflanzen zu düngen haben, um die gewünschten Ertragssteigerungen zu erzielen, wollen wir in dem jetzt folgenden Kapitel prüfen.

7. Mit wie viel Salpeterstickstoff sind die Kulturpflanzen zu düngen, um bestimmte Ertragssteigerungen zu erzielen?

In der vorausgegangenen Besprechung ist unser Augenmerk auf Kulturpflanzen gerichtet worden, welche ein großes Bedürfniß für schnell assimilirbaren Bodenstickstoff haben. Der normale Kulturboden, selbst der humusreiche und in gutem Düngungszustand befindliche, entspricht in der Regel diesem Bedürfniß der Pflanze nicht. Ist er auch reich an organischem Stickstoff, so geht doch die Umwandelung dieses Stickstoffs in salpeterartige Verbindungen zu langsam vor sich, als daß die Pflanze — namentlich in ihrer Jugend — schnell genug und kräftig genug ernährt werden könnte, auch besitzen wir kein Mittel, wenigstens kein genügend wirksames, um die Verwesung der organischen Substanzen im Boden zu beschleunigen.

Wir sind also auf die Nothwendigkeit gewiesen, denjenigen Pflanzen, welchen das Stickstoffmagazin der atmosphärischen Luft verschlossen bleibt, schnell aufnehmbare Stickstoffverbindungen in Form von passenden Düngemitteln zuzuführen. Unter diesen Düngemitteln steht obenan der Chilisalpeter. Es soll daher von diesem zunächst die Rede sein, um alsdann die Wirkung des schwefelsauren Ammoniaks und die der verschiedenen organischen Düngemittel (Blutmehl, Hornmehl, Fleischmehl, Knochenmehl, Guano, Wollstaub rc.) mit ihm in Vergleich zu stellen.

Ich will, um die in der Ueberschrift genannte Frage klarzustellen, von einem Beispiel ausgehen.

Gesetzt, ein Landwirth habe auf einem seiner Weizenäcker im Mittel einer Reihe von Jahren etwa 3000 Kilo Körner pro Hektar geerntet; sein Nachbar dagegen, der vielleicht einen größeren Viehstand hält und in Folge dessen besser düngt, habe etwa 4000 Kilo Körner geerntet. Da die Bodenverhältnisse des Nachbargutes die gleichen sind, der höhere Ertrag also nur durch die stärkere Düngung hervorgerufen sein kann, so stellt

der Landwirth es sich zur Aufgabe, seine Ernten von 3000 Kilo Körner ebenfalls auf 4000 Kilo zu erhöhen. Phosphorsäure und Kali sind — so wollen wir annehmen — in genügender Menge gegeben worden, es fehlt nur noch an Stickstoff, und die Frage lautet demnach: wie viel Salpeterstickstoff muß dem Weizen gegeben werden, um den Körnerertrag von 3000 Kilo auf 4000 zu erhöhen?

Eine Beantwortung dieser Frage bietet wohl keine Schwierigkeit, denn wir haben hier nicht mehr den unbekannten Factor „Bodenstickstoff“ in Rechnung zu stellen. Der vorhandene Bodenstickstoff und alles was sonst noch der Pflanze im Thau und im Regenwasser ꝛc. an Stickstoffverbindungen zugeführt wird, producirt ja erfahrungsgemäß auf dem vorliegenden Acker circa 3000 Kilo Körner mit dem dazu gehörigen Stroh. Will man also 1000 Kilo Körner mehr ernten, als der bereits vorhandene Bodenstickstoff hervorzubringen vermag, so muß man die Pflanze mit genau soviel Salpeterstickstoff düngen, als zur Erzeugung von 1000 Kilo Körner mit entsprechendem Stroh erforderlich ist.

Die Rechnung wäre demnach sehr einfach. Wir finden in den Lierke'schen Tabellen, daß zur Erzeugung von 1000 Kilo Weizenkörner mit entsprechendem Stroh rund 30 Kilo Stickstoff nothwendig sind, also hätten wir eine Düngung von 200 Kilo Chilisalpeter, in welchen ja circa 30 Kilo Stickstoff enthalten sind, dem Weizen zu bieten.

Ist dies richtig? Nein. Und weshalb nicht? Weil die Weizenpflanze nicht die gesammten 30 Kilo Stickstoff, die wir ihr in Form von Chilisalpeter bieten, zur Erzeugung von Stroh und Körnern verwenden kann. Soll die Pflanze einen Mehrertrag von 1000 Kilo Körner nebst dem entsprechenden Stroh erzeugen, so muß sie in demselben Verhältniß auch mehr Wurzeln produciren. Dies aber geht natürlich nicht ohne entsprechende Stickstoffnahrung.

Wir müssen also zuvor fragen:

Wie viel von je 100 Theilen in den Boden gebrachten Salpeterstickstoffs verwendet die Weizenpflanze zur Erzeugung

von Erntesubstanz und wieviel bleibt in den Wurzeln zurück, oder geht anderweit durch Blattabfall ꝛc. verloren?

Diese Frage — das wird man wohl ohne weiteres zugeben — ist von hervorragend practischer Bedeutung, denn sie bildet zugleich die Grundlage für eine Rentabilitätsberechnung der Düngung mit Stickstoffsalzen, und es ist zu verwundern, daß — wie wir weiter unten sehen werden — erst einige wenige und sehr wenig verwerthbare Arbeiten vorliegen, aus welchen wir einen Anhaltspunkt zur Beurtheilung dieser Frage gewinnen könnten.

Wir haben daher eine größere Anzahl von Versuchen — theils in Vegetationsgefäßen, theils auf Bodenparzellen — hierüber ausgeführt, und ich will in folgender Zusammenstellung die aus den betreffenden Einzelversuchen (siehe Tabellen) sich berechnenden Mittelwerthe angeben.

Von je 100 Theilen des in der Düngung gegebenen Stickstoffs lieferten die Pflanzen die folgenden Stickstoffmengen in ihrer Erntemasse zurück.

A. Versuche in Vegetationsgefäßen.

1. Bei Versuchsreihe 14	Hafer	72 Theile.
	Rübsen	53 „
	Senf	55 „
2. Bei Versuchsreihe 12	Hafer	74 Theile.
	Rübsen	59 „
	Roggen	66 „
	Lein	79 „
3. Bei Versuchsreihe 41a	Hafer	75 Theile.
	Weizen	60 „
	Roggen	56 „
	Gerste	61 „
	Rübsen	50 „
	Kartoffeln	90 „
	Möhren	86 „
4. Bei Versuchsreihe 41b	Weizen	66 Theile.
	Roggen	58 „
5. Bei Versuchsreihe 35	Weizen	61 Theile.

6. Bei Versuchsreihe 39a u. b	Hafer	78 Theile.
	Möhren	91 "
7. Bei Versuchsreihe 29	Rübsen	64 Theile.
8. Bei Versuchsreihe 42	Hafer	82 Theile.
9. Bei Versuchsreihe 31a u. 31b	Hafer	76 Theile.

B. Versuche auf Bodenparzellen.

1. Bei Versuchsreihe 34b	Hafer	74 Theile.
	Gerste	67 "
	Kartoffeln	80 "
2. Bei Versuchsreihe 13	Hafer	69 Theile.
3. Bei Versuchsreihe 3a, b, c	Hafer	70 Theile.
	"	69 "
	"	76 "
4. Bei Versuchsreihe 9a u. b	Sommerroggen	64 Theile.
	Lein	74 "
	Hafer	69 "
5. Bei Versuchsreihe 60	Gerste	65 Theile.
6. Bei Versuchsreihe 10a, b, c	Sommerroggen	61 Theile.
	Sommerweizen	53 "
	Möhren	95 "
7. Bei Versuchsreihe 30	Sommerweizen	62 Theile.

Zusammenstellung.

Setzt man die in den Düngungen gegebene Stickstoffmenge = 100, so ist in der Erntesubstanz zurückgewonnen worden:

bei Hafer *72, 74, 75, 78, 82, 76,* 74, 69, 70, 69, 76, 69. Mittel: **74.**
" Sommerroggen *66, 56, 58,* 64, 62. Mittel: **61.**
" Sommerweizen *60, 66, 61,* 53, 62. Mittel: **60.**
" Gerste *61,* 67, 65. Mittel: **64.**
" Senf **55.**
" Rübsen *53, 59, 50, 64.* Mittel: **57.**

bei Lein *79*, 74. Mittel: **77**.
" Kartoffeln **90**.
" Möhren *86*, *91*, 95. Mittel: **91**.

In abgerundeten Zahlen haben demnach die Kulturpflanzen von je 100 Theilen in der Düngung gegebenen Salpeterstickstoffs die folgenden Stickstoffmengen zur Production von Erntesubstanz verwendet:

Senf und Rübsen	55	Theile.
Gerste, Sommerweizen und Sommerroggen .	60	"
Lein und Hafer	75	"
Möhren und Kartoffeln	90	"

Um nun ein Urtheil darüber zu gewinnen, in wie weit diese Mittelzahlen als brauchbar angesehen werden können, um in der landwirthschaftlichen Praxis als Anhaltspunkte zu dienen, haben wir uns das Folgende zu überlegen.

Zunächst haben wir wohl zu fragen, ob die Ergebnisse der in den Gefäßen ausgeführten Versuche sich decken mit den Ergebnissen der Parzellenversuche. Hierüber giebt die folgende Zusammenstellung Auskunft.

	Mittel der Ergebnisse der Gefäßversuche.	der Parzellenversuche.
Hafer	76	71
Sommerweizen . .	62	58
Sommerroggen . .	60	63
Gerste	61	66
Lein	79	74
Möhren	89	95
Mittel . . .	*71*	*71*

Die Parzellenversuche haben also im Mittel das gleiche Ergebniß geliefert als die Gefäßversuche, und es dürfte dies Resultat insbesondere für diejenigen ein Interesse haben, welche auf Grund von **Meinungen** — Beweise hierüber sind von Niemandem erbracht worden — die Behauptung ausgesprochen haben, daß Gefäßversuche specifisch andere Ergebnisse liefern

müßten als Parzellenversuche, und die ersteren daher für die landwirthschaftliche Praxis keinen Werth haben könnten.

Sodann müssen wir fragen: woher kommt es, daß Möhren und Kartoffeln von je 100 Theilen Salpeterstickstoff nicht weniger als **90** Theile; Gerste, Weizen und Roggen aber nur **60** Theile Stickstoff in ihrer Erntemasse zurückliefern? Die Antwort hierauf ist nicht schwer. Ich habe schon auf Seite 90 darauf aufmerksam gemacht, daß die in der Erde verbleibenden Wurzelreste bei Kartoffeln, Möhren, Rüben ja sehr gering, bei den Halmgewächsen weit größer sind und deshalb auch der „geerntete Stickstoff" bei den erstgenannten Pflanzen relativ bedeutender sein muß als bei den Halmgewächsen. Die Unterschiede in der Stickstoffausnutzung der verschiedenen Kulturpflanzen bieten also nichts Befremdliches.

Aber noch ein Einwand könnte unsern Versuchen gemacht werden, nämlich der folgende.

Es wäre nicht unmöglich, daß die unter den verschiedenen Kulturpflanzen aufgetretenen Schwankungen in der Stickstoffausnutzung zum Theil hervorgerufen sein könnten durch das in großem Ueberschuß den Pflanzen gebotene Natron des Salpeters. Man könnte sich denken, daß das Natron nicht wirkungslos gewesen sei, dasselbe auf die eine Kulturpflanze weniger vortheilhaft als auf die andere gewirkt habe, so daß der Grad der Stickstoffausnutzung möglicherweise dadurch beeinträchtigt worden sei. Um dies zu prüfen, haben wir Vergleichsversuche ausgeführt, bei welchen kein Natron, überhaupt keine Nebensubstanz im Stickstoffdünger gegeben wurde, Versuche nämlich, bei welchen das salpetersaure Ammoniak, welches bekanntlich aus nichts weiter als aus Stickstoff und den Elementen des Wassers besteht, zur Anwendung gelangte.

Ich lasse die Mittelergebnisse dieser Versuche hier folgen.

Von je 100 Theilen des in der Düngung gegebenen Stickstoffs lieferten die Pflanzen die folgenden Stickstoffmengen in ihrer Erntemasse zurück.

Bei Versuchsreihe 7	Roggen	55
	Weizen	60
	Gerste	54
	Hafer	62
	Rübsen	41
	Senf	51
	Lein	64
	Möhren	74
Bei Versuchsreihe 8	Roggen	58
	Weizen	50
	Hafer	57
	Gerste	63
	Rübsen	37
Bei Versuchsreihe 34a	Hafer	56
	Gerste	45
	Weizen	56
	Möhren	70
Bei Versuchsreihe 3a, b, c	Hafer	65
	"	58
	"	67

Zusammenstellung.

Setzt man die in den Düngungen gegebenen Stickstoffmengen = 100, so ist in der Erntesubstanz zurückgewonnen worden:

bei Hafer	62, 57, 56, 65, 58, 67.	Mittel: **61.**
" Sommerroggen	55, 58.	Mittel: **56.**
" Sommerweizen	60, 50, 56.	Mittel: **55.**
" Gerste	54, 63, 45.	Mittel: **54.**
" Senf	**51.**	
" Rübsen	41, 37.	Mittel: **39.**
" Lein	**64.**	
" Möhren	74, 70.	Mittel: **72.**

Vergleicht man diese Zahlen mit den beim salpetersauren Natron erhaltenen, so ergiebt sich das Folgende.

Die Ausnutzung des salpetersauren Ammoniaks ist bei sämmtlichen Pflanzen ohne jede Ausnahme eine etwas geringere gewesen als die des Salpeterstickstoffs. Der Grund hiervon liegt einestheils darin, daß die Hälfte des Stickstoffs in Form von **Ammoniak** gegeben war, und diese Stickstoffverbindung, wie wir weiter unten sehen werden, um circa 10% weniger ausgenutzt wird als der Salpeterstickstoff. Anderntheils aber

liegt der geringere Grad der Stickstoffausnutzung darin, daß das salpetersaure Ammoniak — worauf ich bei späterer Gelegenheit näher zurückkommen werde — beweglicher im Boden ist und somit auch leichter durch den eindringenden Regen versickert als der Stickstoff des salpetersauren Natrons. Aus letzterem Umstand erklärt sich zugleich auch die Thatsache, daß die Differenzen unter den Parallelversuchen bei den mit salpetersaurem Ammoniak ausgeführten Reihen weit größer sind als bei den mit salpetersaurem Natron ausgeführten.

Ganz deutlich aber ersieht man, daß zwischen den Ergebnissen der mit salpetersaurem Ammoniak ausgeführten Versuche und den mit salpetersaurem Natron ausgeführten ein eigentlicher Widerspruch nicht besteht. Wie bei den früheren Versuchsreihen, so auch bei den letzten, stehen Möhren bezüglich der Stickstoffausnutzung obenan, dann folgt der Lein und der Hafer, dann die Gerste, der Sommerweizen und der Sommerroggen, dann der Senf und der Rübsen.

Der angeführte Einwurf, welchen man gegen die obigen Durchschnittszahlen erheben könnte, fällt somit weg.

Recht werthvoll wäre es nun, wenn wir die bei unsern Versuchen gewonnenen Durchschnittszahlen vergleichen könnten mit den in der landwirthschaftlichen Praxis bezw. bei Feldversuchen gefundenen. Dies können wir aber leider in nur sehr beschränktem Maße, denn nur wenige Feldversuche liegen vor, aus welchen man die Stickstoffausnutzung berechnen kann.

Die wenigen, die eine größere Reihe brauchbarer Zahlen aufweisen*), sind die folgenden von Beseler und Märcker**) ausgeführten Versuche.

Düngungen von Chilisalpeter mit und ohne Zugabe von Superphosphat ergaben bei Feldversuchen mit Hafer, daß von

*) Die von Lawes und Gilbert erhaltenen Zahlen führe ich hier nicht an, weil dieselben unter abnormen Verhältnissen gewonnen worden sind.

**) Zeitschrift des landwirthschaftlichen Central-Vereins der Provinz Sachsen 1883.

je 100 Theilen des in der Düngung gegebenen Stickstoffs in den Ernteproducten wiedergefunden wurden:

31,1 Theile.	55,0 Theile.
45,6 „	56,0 „
47,9 „	56,3 „
50,4 „	57,6 „
53,6 „	59,9 „
54,0 „	75,8 „
	98,3 „

Die Resultate sind schwankend. In den meisten Fällen scheint ein nicht unbeträchtlicher Verlust an Stickstoff durch Regen stattgefunden zu haben. Berechnen wir aber aus den vier letzten Versuchen das Mittel, so deckt sich dasselbe vollkommen mit dem von uns erhaltenen Durchschnittsergebniß. —

Auf Grund meiner obigen Darlegungen nehme ich nun keinen Anstand, die von uns ermittelten Durchschnittswerthe als ungefähre Anhaltspunkte für die Praxis gelten zu lassen und sage so:

Wenn durch Regen keine Stickstoffverluste eintreten, so sind die Pflanzen imstande, von je 100 Theilen in den Boden gebrachten Salpeterstickstoffs die folgenden Mengen zur Production von Erntesubstanz zu verarbeiten:

Die Kartoffeln, Möhren, Rüben **90** Theile.
Der Hafer, der Lein **75** Theile.
Die Gerste, der Sommerweizen, der Sommerroggen **60** Theile.
Der Rübsen, der Senf **55** Theile.

Besitzen wir aber diese Zahlen, so können wir mit Hülfe der Tabelle von Lierke uns berechnen, wieviel Salpeterstickstoff bezw. wieviel Chilisalpeter wir anwenden müssen, um bestimmte Ertragserhöhungen zu erzielen.

Die Rechnung ist einfach. Wenn die Tabelle von Lierke angiebt, daß in 1000 Kilo Weizenkörner mit entsprechendem Stroh rund 30 Kilo Stickstoff enthalten sind und wenn andererseits unsere Versuche ergeben haben, daß von je 100 Kilo Salpeterstickstoff die Weizenpflanze 60 Kilo Stickstoff zur Production von Körnern und Stroh verwendet, so haben wir eine Düngung von $\left(\frac{100 \cdot 30}{60} =\right)$ 50 Kilo Salpeterstickstoff (oder

320 Kilo Chilisalpeter à $15^{1}/_{2}$% Stickstoff) anzuwenden, um 1000 Kilo Weizenkörner mit entsprechendem Stroh als Mehrertrag zu erhalten.

Führen wir diese Rechnung auch mit den übrigen obengenannten Kulturpflanzen unter Zugrundelegung der von uns ermittelten Durchschnittswerthe für Stickstoffausnutzung aus, so erhalten wir die folgenden Zahlen.

Es sind erforderlich zur Production von:

100	Kilo	Haferkörner	mit entspr. Stroh	3,7	Kilo Salp.-Stickst.	= 24	Kilo Chilisalp.
100	„	Weizenkörner	„ „ „	5,0	„ „ „	= 32	„ „
100	„	Roggenkörner	„ „ „	5,0	„ „ „	= 32	„ „
100	„	Gerstekörner	„ „ „	3,9	„ „ „	= 25	„ „
100	„	Rübsenkörner	„ „ „	8,6	„ „ „	= 56	„ „
1000	„	Kartoffeln	„ „ Kraut	4,3	„ „ „	= 28	„ „
1000	„	Zuckerrüben	„ „ Blättern	2,4	„ „ „	= 16	„ „
1000	„	Futterrunkeln	„ „ „	2,9	„ „ „	= 19	„ „
1000	„	Möhren	„ „ Kraut	3,0	„ „ „	= 19	„ „

Aus diesen Zahlen berechnet sich weiter, daß je 100 Kilo Chilisalpeter produciren können rund:

300	Kilo	Weizenkörner	mit entsprechendem Stroh,
300	„	Roggenkörner	„ „ „
400	„	Gerstekörner	„ „ „
400	„	Haferkörner	„ „ „
180	„	Rübsenkörner	„ „ „
3600	„	Kartoffeln	„ „ Kraut,
6400	„	Zuckerrüben	„ entsprechenden Blättern,
5500	„	Futterrunkeln	„ „ „
5300	„	Möhren	„ entsprechendem Kraut.

Wir werden jetzt die folgende Frage zu prüfen haben.

8. In wie weit stimmen die durch Rechnung gefundenen mittleren Mehrerträge, welche durch Düngungen von je 100 Kilo Chilisalpeter erzielbar sind, mit den bei Düngungsversuchen sowie in der großen landwirthschaftlichen Praxis erhaltenen überein?

Auf Grund unserer Versuchsergebnisse haben wir im voraufgegangenen Kapitel die Stickstoffmengen ermittelt, welche

von den Kulturpflanzen aus je 100 Theilen Salpeterstickstoff in den Ernteproducten zurückerhalten werden, bezw. zur Production von Erntesubstanz von der Pflanze verwendet werden, und nach Feststellung dieser Werthe haben wir unter Annahme eines mittleren procentischen Stickstoffgehaltes der Ernteproducte die Mehrerträge berechnet, welche durch Düngungen von je 100 Kilo Chilisalpeter erzielbar sind.

Es soll nun unsere Aufgabe sein, zu untersuchen, in wie weit die auf solche Weise berechneten mittleren Mehrerträge mit den in der landw. Praxis bei Salpeterdüngungen erhaltenen sowie mit den bei unsern genauen Versuchen erhaltenen übereinstimmen.

Ich will aus der Reihe der von uns zu besprechenden Kulturpflanzen zunächst den **Hafer** herausgreifen, über den die weitaus meisten Versuche vorliegen, und darauf die mit den übrigen Kulturpflanzen erhaltenen Resultate folgen lassen.

Unsere Ermittelungen haben, wie ich oben angeführt, ergeben, daß 100 Kilo Chilisalpeter imstande sind, **400 Kilo Haferkörner von mittlerem Stickstoffgehalt** nebst entsprechendem Stroh zu produciren.

Vergleichen wir hiermit die bei Felddüngungsversuchen erhaltenen Resultate.

Ich führe in nachstehender Zusammenstellung, die aus Stutzer's Schrift über den Chilisalpeter entnommen ist, eine Anzahl von Resultaten als Beispiele an.

Je 100 Kilo Chilisalpeter haben an Mehrertrag producirt:

644	Kilo	Haferkörner,	Mittel	aus	4	Versuchen	von	Märcker	
519	„	„	„	„	10	„	„	„	
699	„	„	„	„	3	„	„	Pietrusky	
736	„	„				Versuch	von	Schultz-Lupitz	
367	„	„	„	„	9	Versuchen	„	Märcker	
310	„	„				Versuch	„	Holdefleiß	
365	„	„	„	„	2	Versuchen	„	Beseler u. Märcker	
321	„	„	„	„	2	Versuchen	„	„	
639	„	„	„	„	10	„	v.	Märcker	unter Beigabe von Phosphaten
675	„	„	„	„	9	„	„	„	
803	„	„	„	„	4	„	„	„	
244	„	„	„	„	3	Versuchen	von	Emmerling	
103	„	„	„	„	3	„	„	Massenbach	
147	„	„				Versuch	„	„	

Wie man aus dieser Zusammenstellung sofort erkennt, sind die Resultate äußerst schwankend. In den meisten Fällen ist die von uns angegebene mittlere Production von **400** Kilo Körner erheblich überschritten worden, während in anderen bedeutend weniger erzielt worden ist, als der Salpeter hätte produciren können.

Wie sind diese ungemein großen Schwankungen nun zu erklären?

Wenn beispielsweise bei den unter Märcker's Leitung ausgeführten Haferdüngungsversuchen durch je 100 Kilo Chilisalpeter 644 und 519 Kilo Körner producirt worden sind, also sehr erheblich viel mehr als unserer Mittelzahl (400 Kilo) entspricht, so wird man zunächst fragen, ob hier nicht die große Ungenauigkeit der Feldversuche als die Ursache so abnormer Ertragssteigerungen anzusehen ist; man wird versucht sein, jene Ergebnisse für eine Täuschung zu halten. Das ist aber nicht der Fall. Die betreffenden Zahlen sind die Mittelergebnisse aus je 4 und 10 Versuchen, also haben wir mit der Thatsache zu rechnen, daß bald 500, 600, sogar über **700** Kilo Körner, bald dagegen nur 300, 200, sogar nur **100** Kilo Haferkörner durch Düngungen von je 100 Kilo Chilisalpeter hervorgebracht worden sind.

Ehe wir nun eine Erklärung für diese Thatsache suchen, haben wir zu prüfen, ob auch bei den von uns ausgeführten genauen Düngungsversuchen die gleichen Schwankungen vorkommen. Die folgende Zusammenstellung wird uns hierüber Aufschluß geben.

Mittelergebnisse unserer Gefäß- und Parzellenversuche.

100 Kilo Chilisalpeter haben an Mehrerträgen ergeben:

Haferkörner, lufttrocken. Kilo.	Versuchsreihe.	Die Haferkörner enthielten in der Trockensubstanz % Stickstoff.	Von je 100 Theilen in der Düngung gegebenen Stickstoffs sind in der Gesammternte (Stroh + Körner) zurückerhalten worden. Theile.
295	3a, 3b, 3c. Parzellenversuche.	2,49	70
450		2,03	69
558		1,81	76
713	9b. Parzellenversuche.	1,39	69
558		1,70	68

Haferkörner, lufttrocken. Kilo.	Versuchsreihe.	Die Haferkörner enthielten in der Trockensubstanz % Stickstoff.	Von je 100 Theilen in der Düngung gegebenen Stickstoffs sind in der Gesammternte (Stroh + Körner) zurückerhalten worden. Theile.
868	39a. Gefäßversuche.	1,23	76
822		1,28	74
946		1,21	83
977	42. Gefäßversuche.	1,17	82
713	14. Gefäßversuche.	1,27	62
760		1,28	78
791		1,27	76
744	13. Parzellenversuche.	1,48	83
698		1,41	64
589		1,43	60
787	12. Gefäßversuche.	1,34	74
665		1,50	72
583		1,73	76
868	41. Gefäßversuche.	1,23	76
822		1,28	74
925	16. Gefäßversuche.	—	—
867		—	—
807		—	—
797		—	—
977	31b. Gefäßversuche.	1,12	82
1054		1,10	86
1070		1,12	87
1085		1,12	88
822		—	—
961		—	—
977		—	—
1178	18. Gefäßversuche.	—	—
1008		—	—
1023		—	—
1287		—	—
1023		—	—
1101		—	—
1302		—	—
1085		—	—
977		—	—

Also auch bei den von uns in exacter Weise ausgeführten Haferdüngungsversuchen haben wir die gleichen Schwankungen erhalten! Wie diese Schwankungen zu erklären sind, werden wir weiter unten sehen.

Ich lasse hier zunächst die mit den übrigen Kulturpflanzen von uns erzielten Erträge folgen und stelle sie mit den Ergebnissen von Felddüngungsversuchen*) in Vergleich.

1. Weizen.

100 Kilo Chilisalpeter können nach unseren Ermittelungen **300 Kilo Weizenkörner** von mittlerem Stickstoffgehalt nebst entsprechendem Stroh produciren.

A. Ergebnisse von Feldversuchen.

100 Kilo Chilisalpeter haben an Mehrertrag ergeben:

371 Kilo Weizenkörner, Versuch von Oldenburg
308 „ „ Mittel aus 7 Versuchen v. Völcker
217 „ „ „ „ 33 „ „ Lawes und Gilbert
264 „ „ „ „ 5 „ „ Märcker.

B. Mittelergebnisse unserer Gefäß- und Parzellenversuche.

100 Kilo Chilisalpeter haben an Mehrertrag ergeben:

341 Kilo Weizenkörner	Versuchsreihe 35.
388 „ „	
372 „ „	
388 „ „	
388 „ „	
357 „ „	
310 „ „	
310 „ „	
295 „ „	
233 „ „	
496 Kilo Weizenkörner	Versuchsreihe 41.
450 „ „	
543 „ „	
527 „ „	
372 Kilo Weizenkörner	Versuchsreihe 66.
248 „ „	
217 „ „	
186 „ „	
419 Kilo Weizenkörner	Versuchsreihe 10.
465 „ „	

*) Stutzer, Chilisalpeter. 1886.

682 Kilo	Weizenkörner	Versuchsreihe 15.
636 „	„	
651 „	„	

481 Kilo	Weizenkörner	Versuchsreihe 30.
419 „	„	
341 „	„	
264 „	„	

2. Roggen.

100 Kilo Chilisalpeter können nach unseren Ermittelungen **300 Kilo Roggenkörner** von mittlerem Stickstoffgehalt nebst entsprechendem Stroh produciren.

A. Ergebnisse von Feldversuchen.

100 Kilo Chilisalpeter haben an Mehrertrag ergeben:

330 Kilo	Roggenkörner,	Mittel aus 2 Versuchen von Birschel-Erlau,
284 „	„	Versuch von Schwerin
208 „	„	Mittel aus 3 Versuchen von Heinrich
167 „	„	Versuch von Holdefleiß
347 „	„	„ „ „ (unter Beigabe von Phosphaten).

B. Mittelergebnisse unserer Gefäß- und Parzellenversuche.

100 Kilo Chilisalpeter haben an Mehrertrag ergeben:

388 Kilo	Winterroggenkörner	Versuchsreihe 19.
403 „	Sommerroggenkörner	Versuchsreihe 9.
357 „	„	
496 „	„	Versuchsreihe 10.
388 „	„	
518 „	„	Versuchsreihe 12.
409 „	„	
391 „	„	
512 „	„	Versuchsreihe 17.
481 „	„	
481 „	„	Versuchsreihe 41.
465 „	„	
465 „	„	
450 „	„	

3. Gerste.

100 Kilo Chilisalpeter können nach unseren Ermittelungen **400 Kilo Gerstekörner** von mittlerem Stickstoffgehalt nebst entsprechendem Stroh produciren.

A. Ergebnisse von Feldversuchen.

100 Kilo Chilisalpeter haben an Mehrertrag ergeben:

632	Kilo	Gerstenkörner,	Versuch von Holdefleiß
492	„	„	Mittel aus 16 Versuchen v. Lawes u. Gilbert
447	„	„	„ „ 7 „ „ Völcker
426	„	„	„ „ 4 „ „ Märcker
335	„	„	„ „ 33 „ „ Lawes u. Gilbert
225	„	„	„ „ 7 „ „ Völcker
220	„	„	Versuch von Holdefleiß
168	„	„	„ „ Emmerling und Loges
639	„	„	Mittel aus 11 Versuchen v. Märcker (unter Beigabe von Phosphaten)
678	„	„	„ „ 2 Versuchen v. Märcker (unter Beigabe von Phosphaten)
579	„	„	„ „ 16 Versuchen v. Lawes u. Gilbert (unter Beigabe von Phosphaten).

B. Mittelergebnisse unserer Gefäß- und Parzellenversuche.

100 Kilo Chilisalpeter haben an Mehrertrag ergeben:

434	Kilo	Gerstenkörner,	Versuchsreihe 60.
837	„	„	Versuchsreihe 15.
961	„	„	
806	„	„	
574	„	„	Versuchsreihe 41.
481	„	„	

4. Möhren.

100 Kilo Chilisalpeter können nach unseren Ermittelungen **5300 Kilo Möhren** von mittlerem Stickstoffgehalt nebst entsprechendem Kraut produciren.

Ergebnisse von Feldversuchen liegen nicht vor.

Mittelergebnisse unserer Gefäß- und Parzellenversuche.

100 Kilo Chilisalpeter haben an Mehrertrag ergeben:

7518 Kilo Möhren		
6898 „ „	Versuchsreihe 39.	
8169 „ „		
7735 „ „	Versuchsreihe 41.	
6417 „ „		

5. Kartoffeln.

100 Kilo Chilisalpeter können nach unseren Ermittelungen **3600 Kilo Kartoffeln** von mittlerem Stickstoffgehalt nebst entsprechendem Kraut produciren.

A. Ergebnisse von Feldversuchen.

100 Kilo Chilisalpeter haben an Mehrertrag ergeben:

3267 Kilo Kartoffelknollen, Versuch von Oldenburg
2280 „ „ „ „ Schultz-Lupitz
1295 „ „ Mittel aus 11 Versuchen von Märcker
1246 „ „ „ „ 12 „ „ „

B. Mittelergebnisse unserer Gefäß- und Parzellenversuche.

Je 100 Kilo Chilisalpeter haben an Mehrertrag ergeben:

3100 Kilo Kartoffelknollen } Versuchsreihe 41.
1814 „ „

6. Zuckerrüben.

100 Kilo Chilisalpeter können nach unseren Ermittelungen **6400 Kilo Zuckerrüben** von mittlerem Stickstoffgehalt nebst entsprechenden Blättern produciren.

A. Ergebnisse von Feldversuchen.

100 Kilo Chilisalpeter haben an Mehrertrag ergeben:

4876 Kilo Zuckerrüben, Mittel aus 3 Versuchen von Lawes u. Gilbert
4800 „ „ Versuch von Breymann
5790 „ „ „ „ Drechsler
5353 „ „ Mittel aus 3 Versuchen von Lawes u. Gilbert
4962 „ „ „ „ 3 „ „ „ „

6600	Kilo Zuckerrüben,	Versuch von Märcker	
7160	„ „	„ „ „	
940	„ „	Mittel aus 5 Versuchen von Märcker	
2330	„ „	„ „ 9 „ „ „	
2530	„ „	„ „ 9 „ „ „	
2800	„ „	„ „ 9 „ „ „	
2575	„ „	„ „ 9 „ „ „	
4205	„ „	Versuch von Märcker	
8765	„ „	Mittel a. 4 Versuch. v. Heine	unter Zugabe von Phosphaten.
4993	„ „	„ „ 3 „ „ Lawes u. Gilbert	unter Zugabe von Phosphaten.
4374	„ „	„ „ 3 „ „ „ „ „	unter Zugabe von Phosphaten.

7. Futterrunkeln.

100 Kilo Chilisalpeter können nach unseren Ermittelungen **5500 Kilo Runkelrüben** von mittlerem Stickstoffgehalt nebst entsprechenden Blättern produciren.

Ergebnisse von Feldversuchen.

100 Kilo Chilisalpeter haben an Mehrertrag producirt:

5271	Kilo Runkelrüben,	Mittel a. 9 Versuch. v. Lawes u. Gilbert	
4056	„ „	„ „ 9 „ „ „ „ „	
6180	„ „	„ „ 3 „ „ Märcker	unter Beigabe von Phosphaten.
5493	„ „	„ „ 9 „ „ Lawes u. Gilbert	unter Beigabe von Phosphaten.
4083	„ „	„ „ 9 „ „ „ „ „	unter Beigabe von Phosphaten.

8. Raps und Rübsen.

100 Kilo Chilisalpeter können nach unseren Ermittelungen **180 Kilo Rübsenkörner** von mittlerem Stickstoffgehalt nebst entsprechendem Stroh produciren.

A. Ergebnisse von Feldversuchen.

100 Kilo Chilisalpeter haben an Mehrertrag producirt:

201 Kilo Körner, Versuch von Reinders
364 „ „ „ „ Huizinga
182 „ „ „ „ Pietrusky.

B. Mittelergebnisse unserer Gefäß- und Parzellenversuche.

100 Kilo Chilisalpeter haben an Mehrertrag producirt:

279	Kilo Körner	Versuchsreihe 14.
264	„ „	Versuchsreihe 14.
264	„ „	Versuchsreihe 14.

234 Kilo Körner 183 " " 191 " "	Versuchsreihe 12.
109 " " 109 " "	Versuchsreihe 41.

Aus den vorstehenden Zahlen ergiebt sich, daß die thatsächlichen Mehrerträge, welche nach Düngungen von je 100 Kilo Chilisalpeter bei unseren genauen Düngungsversuchen sowohl als auch bei den in der landwirthschaftlichen Praxis ausgeführten erhalten worden sind, bald erheblich nach oben, bald erheblich nach unten von denjenigen abweichen, welche wir auf Grund unserer Forschungsergebnisse als die „**mittleren**" durch je 100 Kilo Chilisalpeter erzielbaren festgestellt haben.

Unsere Aufgabe ist es nun, eine Erklärung für jene Abweichungen zu suchen und die folgende Frage zu stellen:

9. Wie sind die großen Schwankungen zu erklären, welche unter den durch Salpeterdüngung erzielten Ertragssteigerungen auftreten?

Die im voraufgegangenen Abschnitt zusammengestellten Zahlen haben es uns bestätigt, daß die von Märcker und Anderen bei Feldversuchen ermittelten Werthe, welche angeben, daß je 100 Kilo Chilisalpeter nicht weniger als 500, 600, selbst über **700** (Schultz-Lupitz) Kilo Haferkörner producirt haben, nicht auf Täuschung beruhen, denn Mehrerträge selbst bis zu **1000** Kilo Haferkörner sind durch je 100 Kilo Chilisalpeter auch bei unseren Versuchen erhalten worden! Diesen hohen Mehrerträgen aber stehen — in Uebereinstimmung mit den Ergebnissen der Feldversuche — wieder solche von nur 500, 400, 300 Kilo Körner gegenüber.

Wie sind nun diese Schwankungen zu erklären?

Hat etwa der **Bodenstickstoff** mitgewirkt, um die hohen Erträge zu erzielen? Hat etwa die Salpeterdüngung eine bessere

Ausnützung des Bodenstickstoffs bewirkt? und ist andererseits etwa eine **Versickerung** von Salpeterstickstoff die Ursache der geringen Erträge gewesen? Nein, denn sowohl bei hohen Erträgen als auch bei geringen sind von je 100 Theilen in der Düngung gegebenen Stickstoffs die gleichen Mengen im Ertrage wieder gewonnen worden, wie beispielsweise die Resultate der Versuchsreihe 12 es erkennen lassen.

Wir haben bei dieser Versuchsreihe eine Production von

1) 787 Kilo Körner		
2) 665 „ „	}	durch je 100 Kilo Chilisalpeter.
3) 583 „ „		

Die Production also ist eine sehr ungleiche, aber die von je 100 Theilen Salpeterstickstoff in der Ernte zurückerhaltene Stickstoffmenge ist in den 3 Fällen die gleiche gewesen, denn es wurden erhalten:

1) 74 Theile Stickstoff.
2) 72 „ „
3) 76 „ „

Nicht also der Bodenstickstoff, noch auch die Versickerung (welche letztere ja bei den Gefäßversuchen schon von vornherein ausgeschlossen war) haben hier eine Rolle gespielt; die Ursache jener Ertragsschwankungen liegt vielmehr in dem Umstande, daß die Kulturpflanze die Fähigkeit hat, bald **viel** Erntesubstanz mit **niedrigem** procentischen Stickstoffgehalt, bald **wenig** Erntesubstanz mit **hohem** procentischen Stickstoffgehalt aus einer ihr dargebotenen Stickstoffmenge zu produciren.

In unserem Beispiel sind producirt worden durch je 100 Kilo Chilisalpeter:

1) 787 Kilo Körner mit 1,34 % Stickstoff.
2) 665 „ „ „ 1,50 „ „
3) 583 „ „ „ 1,73 „ „

Mit der Mehrproduction an Körnern also fällt der procentische Stickstoffgehalt, und es ist bei großem Stickstoffhunger der Haferpflanze möglich (Versuchsreihe 31b), den Stickstoffgehalt der Körner selbst bis zu 1,12 % herabzudrücken,

um einen Ertrag von nicht weniger als 1000 Kilo Körner aus dem in 100 Kilo Chilisalpeter ihr dargebotenen Stickstoff zu produciren!

Aus ein und derselben Stickstoffmenge hat die Haferpflanze bei Versuchsreihe 3a nur

295	Kilo	Körner	mit	2,49 %	Stickstoff, und
403	„	Stroh	„	0,58 „	„

producirt, bei Versuchsreihe 39a dagegen:

822	Kilo	Körner	mit	1,28 %	Stickstoff, und
1132	„	Stroh	„	0,25 „	Stickstoff.

Das Resultat unserer Versuche ist also, im Beispiel ausgedrückt, das folgende:

Je 100 Kilo Chilisalpeter sind imstande,

1) rund **400** Kilo Haferkörner (nebst Stroh) von **mittlerem** Stickstoffgehalt (1,90 %)

oder auch

2) rund **800** Kilo Haferkörner (nebst Stroh) von **niedrigem** Stickstoffgehalt (1,28 %)

oder auch

3) rund **300** Kilo Haferkörner (nebst Stroh) von **hohem** Stickstoffgehalt (2,49 %)

zu produciren.

Daß dies Ergebniß von *allergrößter practischer Bedeutung* ist, braucht wohl kaum erst hervorgehoben zu werden, denn wie groß selbst bei geringem Unterschiede im procentischen Stickstoffgehalt die Ertragsdifferenz sein kann, mag das folgende Beispiel zeigen.

Gesetzt, man erntet ohne Stickstoffdüngung 3000 Kilo Haferkörner und 4500 Kilo Haferstroh pro Hektar. Die Körner sollen, wie es beispielsweise bei Versuchen von Beseler und Märcker*) der Fall gewesen ist, 1,63 % Stickstoff, und das Stroh 0,37 % Stickstoff enthalten.

Es berechnen sich demnach

auf die Ernte v. 3000 Kilo Körner à 1,63 % Stickst. = 49 Kilo
auf die Ernte v. 4500 „ Stroh à 0,37 % „ = 17 „
zusammen 66 Kilo Stickst.

*) Zeitschrift f. die Provinz Sachsen. 1887.

Düngt man nun mit 200 Kilo Chilisalpeter à 15,5% Stickstoff, so bringt man 31 Kilo Salpeterstickstoff in den Boden, und da, wie wir auf Seite 103 gesehen haben, von je 100 Kilo Salpeterstickstoff rund 75 Kilo zur Production von Haferkörnern und Stroh verwendet werden, so wird man von jenen 31 Kilo $\left(\frac{75 \cdot 31}{100} =\right)$ rund 23 Kilo in der Erntesubstanz zurück erhalten, so daß unter Zurechnung obiger 66 Kilo im ganzen 89 Kilo Stickstoff zur Production von Körnern und Stroh disponibel sind. Die Düngung von 200 Kilo Chilisalpeter wird somit den Ertrag steigern auf:

4090 Kilo	Körner	à 1,63%	Stickstoff	= 67 Kilo	Stickstoff
6090 „	Stroh	à 0,37%	„	= 22 „	„
				zusammen 89 Kilo	Stickstoff,

oder die 200 Kilo Chilisalpeter werden produciren:

4090 minus 3000 = **1090** Kilo Körner und
6090 „ 4500 = **1590** „ Stroh.

Hierbei ist vorausgesetzt, daß der procentische Stickstoffgehalt der Ernteproducte durch die Salpeterdüngung sich nicht erhöhen wird.

Erhöht er sich, so stellt die Rechnung sich anders.

Bei den Versuchen von Beseler und Märcker wurde der Stickstoffgehalt der Ernteproducte durch die Salpeterdüngung erhöht und zwar

bei den Körnern von 1,63% auf **1,90%**,
beim Stroh von 0,37% auf **0,44%**.

Legen wir nun diese höheren Zahlen unserer Rechnung zu Grunde, so erhalten wir:

3476 Kilo	Körner	à 1,90%	Stickstoff	= 66 Kilo	Stickstoff
5214 „	Stroh	à 0,44%	„	= 23 „	„
				zusammen 89 Kilo	Stickstoff,

oder die 200 Kilo Chilisalpeter werden produciren:

3476 minus 3000 = **476** Kilo Körner und
5214 „ 4500 = **714** „ Stroh.

Das Resultat also besteht kurz darin, daß im angeführten Beispiel 200 Kilo Chilisalpeter erzeugen können entweder

	1090 Kilo	Haferkörner von	niedrigem	Stickstoffgehalt	(1,63 %)
oder	476 „	„ „	höherem	„	(1,90 %).

Eine Erhöhung des Stickstoffgehaltes der Körner um nur 0,27 % also ist schon imstande, die durch die Salpeterdüngung zu bewirkende Ertragserhöhung auf die Hälfte zu reduciren.

Dieser Umstand ist von so großer Wichtigkeit, daß ich noch dabei verweilen muß, denn über die „Erfolge" und „Mißerfolge" der Salpeterdüngung herrschen noch ganz unglaublich unklare Vorstellungen. Nicht nachdrücklich genug kann ich es hervorheben, daß selbst dann, wenn die Pflanzen die ganze Menge des dargebotenen Stickstoffs aufgenommen haben, ein totaler „Mißerfolg" der Salpeterdüngung eintreten kann; es kann vorkommen, daß die eigentliche Leistung des von der Pflanze aufgenommenen Salpeterstickstoffs sich darauf beschränkt, den procentischen Stickstoffgehalt der Ernteproducte zu erhöhen, ohne die Erträge zu vermehren, und durch eine ganz einfache Rechnung ist es nachzuweisen, daß die Gefahr eines derartigen Mißerfolges um so größer ist, je mehr die Erträge dem Maximum des überhaupt Erzielbaren sich nähern.

Das oben angeführte Beispiel hat uns gezeigt, daß eine Düngung von 200 Kilo Chilisalpeter nicht mehr als nur 476 Kilo Körner zu produciren vermochte, sobald der procentische Stickstoffgehalt der Körner von 1,63 % (bei ungedüngt) auf 1,90 % Stickstoff (bei Salpeterdüngung) sich steigerte. Bei diesem Beispiel aber war eine Production von 3000 Kilo Körner und 4500 Kilo Stroh pro Hektar als Ertrag von ungedüngt angenommen worden, und es ist leicht einzusehen, daß die Wirkung des Salpeters sich günstiger hätte gestalten müssen, wenn der Ertrag bei ungedüngt ein geringerer gewesen wäre.

Führen wir obige Rechnung unter der Annahme aus, daß der Ertrag bei ungedüngt etwa nur die Hälfte der vorhin angenommenen Menge (also nur 1500 Kilo anstatt 3000) beträgt, so gelangen wir zu folgendem Ergebniß:

1500 Kilo	Körner	à 1,63 %	Stickstoff	= 25	Kilo	Stickstoff
2250 „	Stroh	à 0,37 %	„	= 8	„	„
			zusammen	33	Kilo	Stickstoff,
	dazu aus 200 Kilo	Chilisalpeter		= 23	„	„
			zusammen	56	Kilo	Stickstoff.

Aus diesen 56 Kilo Stickstoff producirt die Haferpflanze

2188 Kilo	Körner	à 1,90 %	Stickstoff	= 41,6
3281 „	Stroh	à 0,44 %	„	= 14,4
				56,0 Kilo Stickstoff

oder es haben die 200 Kilo Chilisalpeter an Mehrertrag producirt:

2188 minus 1500 = **688** Kilo Körner
3281 „ 2250 = **1031** „ Stroh.

Wo also der Ertrag sich dem Maximum des auf der Fläche überhaupt Erzielbaren näherte (3000 Kilo Körner pro Hektar ohne Salpeterdüngung), da ist durch die 200 Kilo Salpeter ein Mehrertrag von nur **476** Kilo Körner entstanden; wo aber der Ertrag weiter zurückblieb hinter dem Maximum des überhaupt Erzielbaren (nur 1500 Kilo Körner ohne Salpeterdüngung), da ist unter sonst gleichen Verhältnissen (gleicher Steigerung des procentischen Stickstoffgehalts) ein Mehrertrag von nicht weniger als **688** Kilo Körner producirt worden.

Ich will hier die Nebenbemerkung nicht unterlassen, daß man — wie aus obigen Darlegungen folgt — durch die Bestimmung des procentischen Stickstoffgehaltes der geernteten Körner und des Strohes einen Anhaltspunkt gewinnen kann, um die Ursache eines etwaigen Mißerfolges einer Salpeterdüngung zu entdecken.

Hat eine Salpeterdüngung eine unbefriedigende Ertragssteigerung hervorgebracht, so kann die Ursache dieses Mißerfolges entweder darin liegen, daß der Salpeterstickstoff durch Regen verdrängt und von der Pflanze nicht vollständig aufgenommen worden ist, oder aber darin, daß die Pflanze ihn nicht vollständig verarbeitet hat zu einer normal zusammengesetzten Erntesubstanz. Ist das letztere der Fall gewesen, so wird die chemische Analyse ergeben, daß die bei Salpeterdüngung erhaltenen Er-

träge an Körnern und Stroh procentisch reicher an Stickstoff sind als die ohne Salpeterdüngung erhaltenen.

Dies aber führt uns zu der folgenden Frage:

10. Wird eine Salpeterdüngung unter allen Umständen den Stickstoffgehalt der Ernteproducte steigern?

Man hat geglaubt, aus Felddüngungsversuchen — speciell aus den von Beseler und Märcker*) ausgeführten Haferversuchen — schließen zu dürfen:

a) daß die Salpeterdüngung den Proteïngehalt, also den Stickstoffgehalt der Ernteproducte steigere,

b) daß bei „Dünnsaat" diese Steigerung am intensivsten sei, indem, wie man meint, die mit einer schwächeren Aussaat angebauten Pflanzen „vielleicht empfindlicher" gegen die Wirkung der Stickstoffdüngung seien als die mit stärkerer Aussaat cultivirten, und endlich

c) daß die Phosphorsäuredüngung den Stickstoffgehalt der Ernteproducte „deprimire".

Dies aber ist wohl nicht ganz richtig. Es ist ja von vornherein nicht gut anzunehmen, daß die Salpeterdüngung unbedingt stickstoffreichere Pflanzen erzeugen muß, als man sie ohne diese Düngung erhält, denn was sollte die Pflanze wohl veranlassen, aus dem Stickstoff des Chilisalpeters eine stickstoffreichere Substanz zu bilden als aus dem Stickstoff der auch ohne Salpeterdüngung im Boden entstehenden salpetersauren Salze?

Ich verweise auf die Resultate unserer Versuchsreihen 14 und 13, welche das Folgende ergeben haben:

---

*) a. a. O.

Pflanzenart.	Stickstoffdüngung (in Form von Chilisalpeter).	Stickstoff in je 100 g Trockensubstanz des geernteten Strohes.	Stickstoff in je 100 g Trockensubstanz der geernteten Körner.
	g	g	g
Hafer	0	0,30	1,28
	0,565	0,26	1,27
	0.989	0,28	1,28
	1,414	0,26	1,27
Rübsen	0	0.61	3.20
	0,565	0,45	3,10
	0,989	0,43	3,07
	1,414	0,43	3,14
Senf	0	0,43	4,18
	0,565	0,40	4,18
	0,989	0,37	4,19
	1,414	0,38	4,15
Hafer	0	0,34	1,59
	0,565	0,37	1,48
	0,989	0,31	1,41
	1,414	0,34	1,43

Hieraus ersieht man also, daß eine Salpeterdüngung nicht unter allen Umständen den Stickstoffgehalt der Ernteproducte steigert.

Meinen Forschungen gemäß verhält sich die Sache vielmehr so:

Der Stickstoff, welchen man in Form von Chilisalpeter in den Boden bringt, wird begierig von der Pflanze aufgenommen. Die Pflanze reichert sich schnell mit einem Vorrath von Stickstoff an, sie verarbeitet diesen alsdann zu Erntesubstanz und zwar zu um so größerer Menge von Erntesubstanz, je mehr sich der Stickstoff im relativen Minimum befindet, je mehr die weiteren auf Stroh- und Körnerbildung wirkenden Factoren in günstigstem Ueberschuß vorhanden sind. Aus je 10 Kilo Stickstoff kann z. B. die Haferpflanze, sobald ein genügend großer **Stickstoffhunger** eintritt, nicht weniger als rund **600** Kilo Körner und **1000** Kilo Stroh erzeugen, und Körner

wie Stroh haben alsdann **keinen** höheren procentischen Stickstoffgehalt als die bei stickstofffreier Düngung erhaltenen Producte.

So haben meine Forschungen es ergeben.

Ist nun aber der Stickstoff in relativ großer Menge gegeben worden, oder wird die Pflanze in der Verarbeitung des von ihr aufgenommenen Stickstoffs gehindert; tritt Wassermangel ein; oder reicht die Phosphorsäure oder das Kali des Bodens nicht aus, um den erzielbaren Mehrertrag von 1600 Kilo Körner + Stroh zu bilden; können in Folge solchen Mangels etwa nur 1000 Kilo Mehrertrag erzeugt werden: nun — so ist es ganz selbstverständlich, daß, weil die 10 Kilo Stickstoff sich alsdann auf ein **geringeres** Quantum von Erntemasse vertheilen, auch eine um so viel stickstoff**reichere** Substanz entsteht.

Bildet sich aus 10 Kilo Stickstoff eine Erntemasse von 1600 Kilo, so beträgt der Stickstoffgehalt der letzteren 0,62 %; entsteht aber eine Erntemasse von nur 1000 Kilo, so vertheilen sich die 10 Kilo Stickstoff auf das geringere Quantum, und der Stickstoffgehalt erhöht sich alsdann auf 1,0 %.

Es ist also nicht ganz richtig, wenn man ohne weiteres annimmt, daß die Salpeterdüngung den Stickstoffgehalt der Ernteproducte vermehre.

Je nach Umständen kann — wie wir gesehen haben — nach Salpeterdüngungen bald eine mit Stickstoff übersättigte, bald eine „normal“ gesättigte, bald eine nach Stickstoff hungernde Pflanze entstehen.

Von einer in den Boden gebrachten Salpeterdüngung nimmt — wie gesagt — die Pflanze nicht etwa täglich nur so viel auf, als sie innerhalb vierundzwanzig Stunden zur Bildung von Stengeln und Blättern nöthig hat und verarbeiten kann, sondern sie nimmt sehr schnell einen (mitunter recht großen) Vorrath von Stickstoff auf, und diesen Stickstoffvorrath verarbeitet sie allmählich zu Pflanzensubstanz. Aus einer Salpeterdüngung nahm bei unseren Versuchen (Versuchsreihe 2) beispielsweise die Rübsenpflanze so viel Stickstoff auf,

daß sie in jungem Zustande (15 Tage nach der Einsaat) nicht weniger als 6,7 % Stickstoff (auf Trockensubstanz bezogen) enthielt! Einige Wochen später hatte sich die Pflanzenmasse reichlich verdoppelt, und es betrug der Stickstoffgehalt nur noch 3,6 %. Noch einige Wochen später hatte sie sich vervierfacht, und der Stickstoffgehalt war auf 2,1 % herabgesunken.

Wird der Pflanze viel Salpeterstickstoff geboten, so reichert sie sich schnell mit Stickstoff an. Mit der Entwickelung der Pflanze aber, mit der Vermehrung der Pflanzensubstanz nimmt der procentische Stickstoffgehalt derselben fortwährend und zwar — falls die Umstände darnach sind — so lange ab, bis er auf das äußerste Minimum angelangt ist, und damit hört dann die „Wirkung des Stickstoffs" bezw. die Zunahme von Erntemasse auf.

Und so erklären sich nun auch die bei Beseler's Versuchen beobachteten Erscheinungen ohne jede Schwierigkeit.

Irgend ein Vegetationsfactor — vermuthlich das Wasser — hat gefehlt, um die starke Stickstoffdüngung von 400 Kilo Chilisalpeter auf den Hektar zur vollen Wirkung zu bringen, in Folge dessen hat man nicht die ganze Menge des erzielbaren Mehrertrages gewonnen und ein entsprechend stickstoffreicheres Ernteproduct ist entstanden.

Bei den Versuchen mit Dünnsaat (das Aussaatquantum betrug nur 44 Kilo per Hektar) hat es ganz einfach an der für die gegebene Fläche erforderlichen Pflanzenanzahl gefehlt, um die erzielbare Menge an Körnern und Stroh zu erzeugen, in Folge dessen war der Ertrag geringer als bei Dicksaat und dementsprechend der procentische Stickstoffgehalt der Ernteproducte auch ein höherer. Wie man letzteres aus einer größeren „Empfindlichkeit" der Dünnsaat gegen die Wirkung des Salpeters ableiten soll, ist wohl nicht gut denkbar.

Selbst die angeblich „deprimirende" Wirkung der Phosphorsäure kann man auf dieselbe Weise erklären.

Um aus dem vielen Stickstoff (400 Kilo Salpeter per Hektar) den erzielbaren Mehrertrag an Körnern zu erzeugen, war auch entsprechend viel Phosphorsäure erforderlich, also

war es nicht auffallend, daß nach Phosphorsäuredüngung der Ertrag sich steigerte und der procentische Stickstoffgehalt der Körner sich dementsprechend verminderte.

Aus dieser ganz folgerichtigen Verminderung des procentischen Stickstoffgehaltes den Schluß abzuleiten, daß die Phosphorsäure eine den Stickstoffgehalt des Hafers „deprimirende Wirkung" ausübe, ist wohl nicht ganz berechtigt.

Hat man mit viel Stickstoff gedüngt und fehlt es an Phosphorsäure oder an einem anderen Nährstoff, so erhält man mit Stickstoff übersättigte Pflanzen und entsprechend geringe Mehrerträge. Düngt man dagegen mit einem Ueberschuß von Phosphorsäure ꝛc. und befindet sich der Stickstoff in der Minderheit, so erhält man — falls genügend Wasser vorhanden ist — stickstoffhungrige Pflanzen, Pflanzen von geringem procentischen Stickstoffgehalt und entsprechend hohe Erträge. Das ist, meine ich, ganz klar und einfach.

Aus meinen Ausführungen ergiebt sich also das Folgende.

Die auf S. 104 zusammengestellten Zahlen können dem Landwirth als ungefähre Anhaltspunkte dienen, um ein Urtheil über die mittleren Mehrerträge zu gewinnen, welche durch Aufwendung von je 100 Kilo Chilisalpeter erzielbar sind.

Je stickstoffärmer nun der Boden ist und je günstiger alle diejenigen Verhältnisse sich gestalten, welche auf die Pflanzenentwickelung vortheilhaft wirken, um so größer ist die aus einer bestimmten Stickstoffdüngung erzielbare Erntemasse und dementsprechend um so geringer der procentische Stickstoffgehalt derselben.

Auf stickstoffarmen Böden und unter Herstellung eines Ueberschusses aller außer Stickstoff in Betracht kommenden Factoren haben wir im Mittel unserer Versuche nicht weniger als

750 Kilo Körner und
1200 „ Stroh

als Mehrertrag nach Düngungen von je 100 Kilo Chilisalpeter bei Hafer, Gerste und Weizen erhalten.

Man sieht hieraus, welch' enorm hohe Ertragssteigerungen durch die Stickstoffdüngung erzielbar sind; und wenn solche

auch unter den thatsächlich vorkommenden Ackerbauverhältnissen — unter denen es, wenn auch nur vorübergehend, meist schon an der genügenden Wassermenge fehlen wird — nur selten voll erreichbar sind, so sieht man doch, wie groß die Erntemasse ist, welche die Pflanze aus dem gegebenen Stickstoffquantum erzeugen kann und wie lohnend es sein muß, diejenigen Mittel und Wege zu suchen, welche zur höchstmöglichen Ausnutzung der Stickstoffdüngung führen.

Wir wenden uns daher zu der folgenden Frage.

11. Was kann der Landwirth thun, um die Stickstoffdüngung zu höchstmöglicher Wirkung zu bringen?

Wird der Pflanze mehr Stickstoff geboten, als sie zur Erzeugung von Ernteproducten normalen Stickstoffgehaltes verarbeiten kann, oder treten ihr Hindernisse in den Weg, welche eine dem verfügbaren Stickstoffquantum entsprechende Erzeugung von Pflanzensubstanz unmöglich machen, so werden, wie wir gesehen haben, geringere Mehrerträge, als den auf S. 104 aufgestellten Mittelzahlen entspricht, erhalten, und diese geringeren Erträge sind alsdann mit Stickstoff angereichert, sie sind procentisch stickstoffreicher als Ernteproducte von „mittlerem" Gehalt.

Andererseits habe ich gezeigt, daß unter denjenigen Verhältnissen, unter welchen die Stickstoffdüngung zu einer ungehinderten Wirkung kommt und unter welchen die übrigen Productionsfaktoren den Stickstoff bedeutend überwiegen, auch erheblich höhere Ertragssteigerungen erzielt werden können, als den Mittelzahlen entspricht.

Bei ungehinderter Wirkung der Stickstoffdüngung werden Producte erzeugt, deren procentischer Stickstoffgehalt nicht höher ist, als man ihn in den bei stickstofffreier Düngung erhaltenen Ernteproducten findet, und unsere Versuche haben gezeigt, wie

bedeutend der Stickstoffgehalt der Ernteproducte unter das „Mittel" sinken kann, wenn die Pflanzen durch reichliche Düngung mit Phosphorsäure, Kali ꝛc., sowie durch genügende Versorgung mit Wasser befähigt werden, aus dem aufgenommenen Stickstoff das erzielbare **Maximum** an Erntesubstanz zu erzeugen. Damit aber treffen wir auf den Hauptpunkt des in diesem Abschnitt zu behandelnden Gegenstandes.

Haben wir auf einem Haferacker etwa 40 Kilo Stickstoff disponibel und fügen wir diesem Vorrath noch 40 Kilo Salpeterstickstoff hinzu, so werden wir — je nachdem diese 80 Kilo Stickstoff zu ihrer vollen Wirkung kommen oder nicht — beispielsweise 11 500 Kilo Erntemasse à 0,7 % Stickstoff, oder auch nur 8000 Kilo Erntemasse à 1,0 % Stickstoff, bezw. zwischen diesen beiden Grenzen liegende Erträge erhalten können; wichtig genug, denke ich, ist daher die Frage: Was kann man thun, um die gegebene Stickstoffdüngung zu höchstmöglicher Wirkung zu bringen, d. h. die höchstmögliche Quantität an Erntemasse daraus zu erzielen?

Die Antwort hierauf ist die folgende:

Soll der Stickstoff zu seiner vollen Wirkung kommen; soll er das erzielbare Maximum an Pflanzenmasse erzeugen; sollen jene 80 Kilo Stickstoff in oben angeführtem Beispiel nicht 8000, sondern möglichst **11 500** Kilo Erntemasse hervorbringen: so muß der Landwirth zunächst dafür sorgen, daß außer den 80 Kilo Stickstoff, welche zur Erzeugung von 11 500 Kilo Erntemasse erforderlich sind, auch noch die ebenso nothwendigen circa 100 Kilo Kali, 50 Kilo Phosphorsäure und 25 Kilo Kalk in aufnehmbarer Form vorhanden sind.

Die Pflanze lebt nicht von einzelnen Nährstoffen, sondern von einer aus Nährstoffen zusammengesetzten **Nahrung** — das ist ein Satz, den man sich nicht tief genug einprägen und nicht oft genug vorhalten kann.

Aus Stickstoff allein, aus Phosphorsäure oder Kali allein kann die Pflanze keine Blätter, keine Halme und keine Körner bilden, es müssen die verschiedenen Nährstoffe zusammen-

wirken und ein jeder muß in der richtigen Menge vorhanden sein.

Wie man aus 1 Kilo Schwefel kein Schießpulver bereiten kann, wenn nicht zugleich auch 1 Kilo Kohle und 6 Kilo Salpeter vorhanden sind, und wie man aus $^1/_2$ Kilo Schwefel niemals 8 Kilo Schießpulver, sondern nur die Hälfte dieses Quantums bereiten kann, auch wenn Kohle und Salpeter centnerweise zur Verfügung stehen — so geht es in derselben Weise mit der Production von Pflanzenmasse. Aus 80 Kilo Stickstoff, 100 Kilo Kali und **50** Kilo Phosphorsäure kann die Haferpflanze 11 500 Kilo Erntemasse herstellen; sind aber außer den 80 Kilo Stickstoff nur **50** Kilo Kali oder nur 25 Kilo Phosphorsäure vorhanden, so ist nur die Hälfte der Erntemasse herstellbar, es mag der Stickstoff- und Phosphorsäure-, bezw. der Stickstoff- und Kalivorrath so groß sein, wie er will.

Es sei mir ein Beispiel anzuführen erlaubt, welches die Richtigkeit dieser Thatsache illustrirt.

Gelegentlich einiger Forschungen über die Nachwirkung von Phosphaten kultivirten wir Roggen in einem Boden, dessen Phosphorsäuregehalt ein höchst geringer war. Die nach Phosphorsäure hungernden Pflänzchen brachten es in Vegetationsgefäßen, welche 8 Kilo Erde faßten, zu einer Production von nur 4 g, obgleich mit soviel Stickstoff gedüngt war, daß circa 100 g Erntemasse hätte entstehen können. Um nun zu zeigen, daß den Pflänzchen in der That nichts weiter als nur die Phosphorsäure fehle, gaben wir bei einem Parallelversuch den bereits sechs Wochen alten, durch Hunger schon ganz verkümmerten (erst 10 cm hohen) Pflanzen ein wenig (0,4 g) lösliche Phosphorsäure. In ganz auffallender Weise und nach ganz kurzer Zeit schon war die Wirkung der Phosphorsäuredüngung wahrzunehmen. Kaum vier Tage waren verstrichen, als man schon auf das deutlichste bemerken konnte, daß eine neue Anregung zum Wachsthum gegeben war. Die älteren Blätter färbten sich grün, aus dem Herz der Pflänzchen brach ein neues, dunkel gefärbtes Blatt hervor, und es währte

nicht lange, so standen die Pflanzen in der üppigsten Vegetation. Sie hatten zur Zeit der Blüthe eine Höhe von 90 cm erreicht, wurden jetzt geschnitten und ergaben eine Ernte von 72 g Trockensubstanz, während die an dem gleichen Tage geernteten, aber nicht mit Phosphorsäure gedüngten Pflanzen nur 4 g Pflanzenmasse lieferten.

Jene Phosphorsäuredüngung also hatte den im Ueberschuß vorhandenen, wegen Mangel an Phosphorsäure jedoch unwirksam gebliebenen Salpeterstickstoff des Bodens dermaßen zur Wirkung gebracht, daß der Ertrag sich auf das Achtzehnfache vermehrte!

Um nun weiter ein leicht übersehbares Bild von der Thatsache zu geben, daß die in den Mehrerträgen zum Ausdruck kommenden Wirkungen der Stickstoffdüngung abhängig sind von der im Boden verfügbaren oder durch Düngung hinzugebrachten Phosphorsäure (und eventuell des Kalis) will ich die Resultate einiger erst später ausführlich mitzutheilender Versuche mit Sommerroggen hier vorführen.

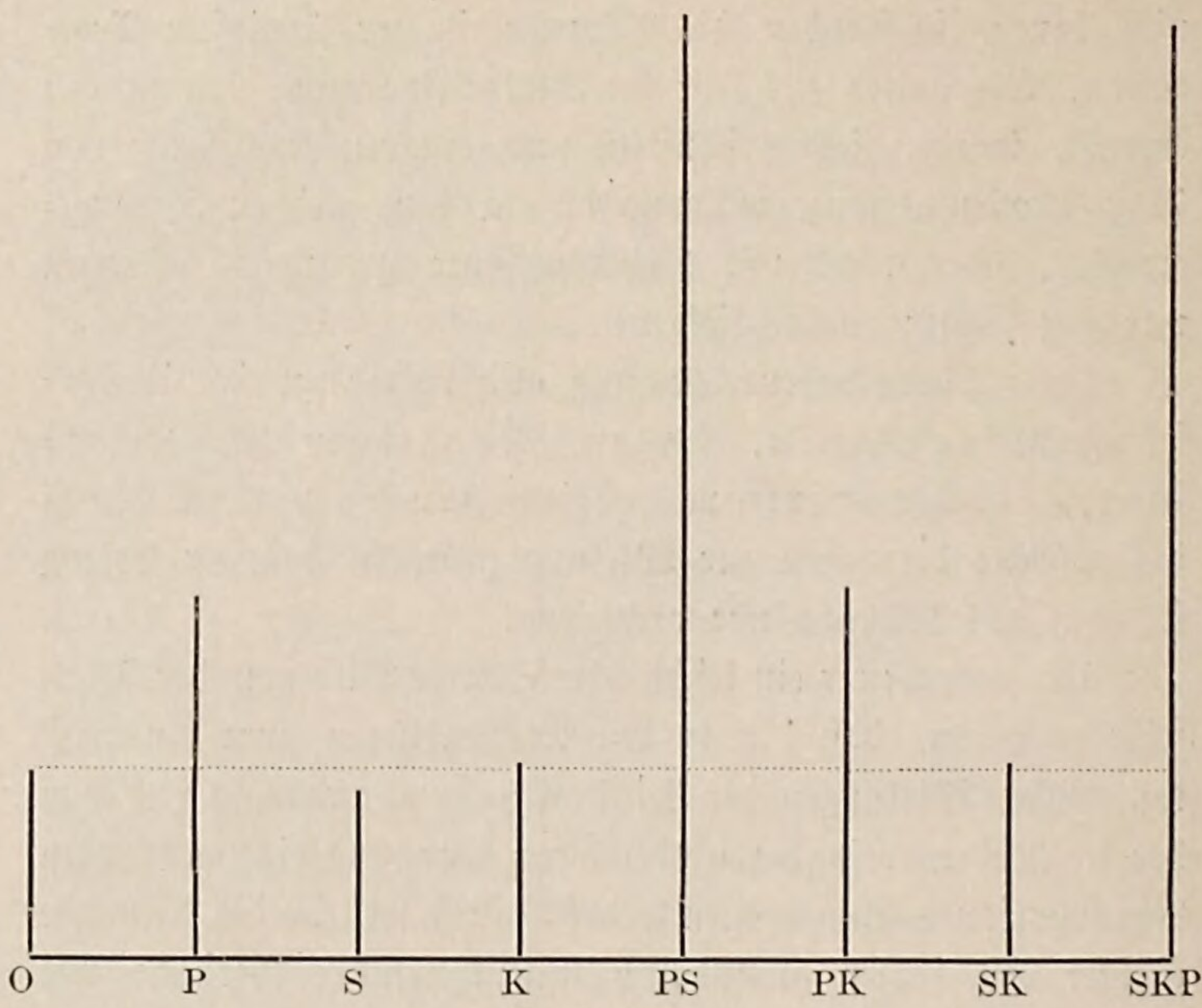
Die Versuche sollten über das Düngebedürfniß einiger Kulturböden für Phosphorsäure, Stickstoff und Kali Aufschluß geben. Die angefügten Buchstaben geben die Düngungen an und bedeuten das Folgende:

1. O : keine Düngung
2. P : gedüngt mit Phosphorsäure
3. S : „ „ Stickstoff
4. K : „ „ Kali
5. PS : „ „ Phosphorsäure und Stickstoff
6. PK : „ „ Phosphorsäure und Kali
7. SK : „ „ Stickstoff und Kali
8. SKP: „ „ Stickstoff, Kali und Phosphorsäure.

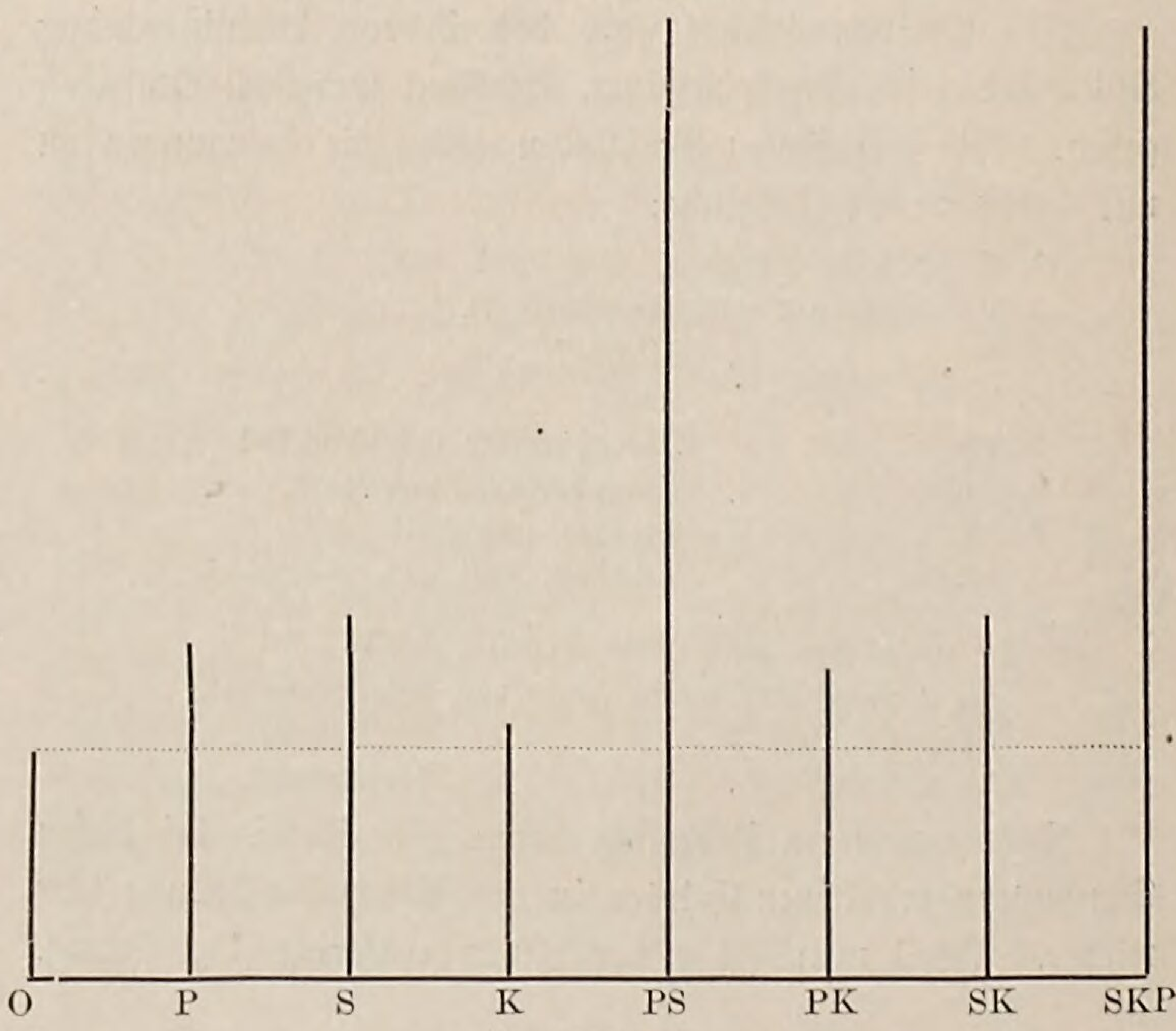
Die Stärke der Düngung bestand überall in

$^1/_2$ g Phosphorsäure in Form von Superphosphat,
1 „ Stickstoff „ „ „ Chilisalpeter.
$^1/_2$ „ Kali „ „ „ Chlorkalium.

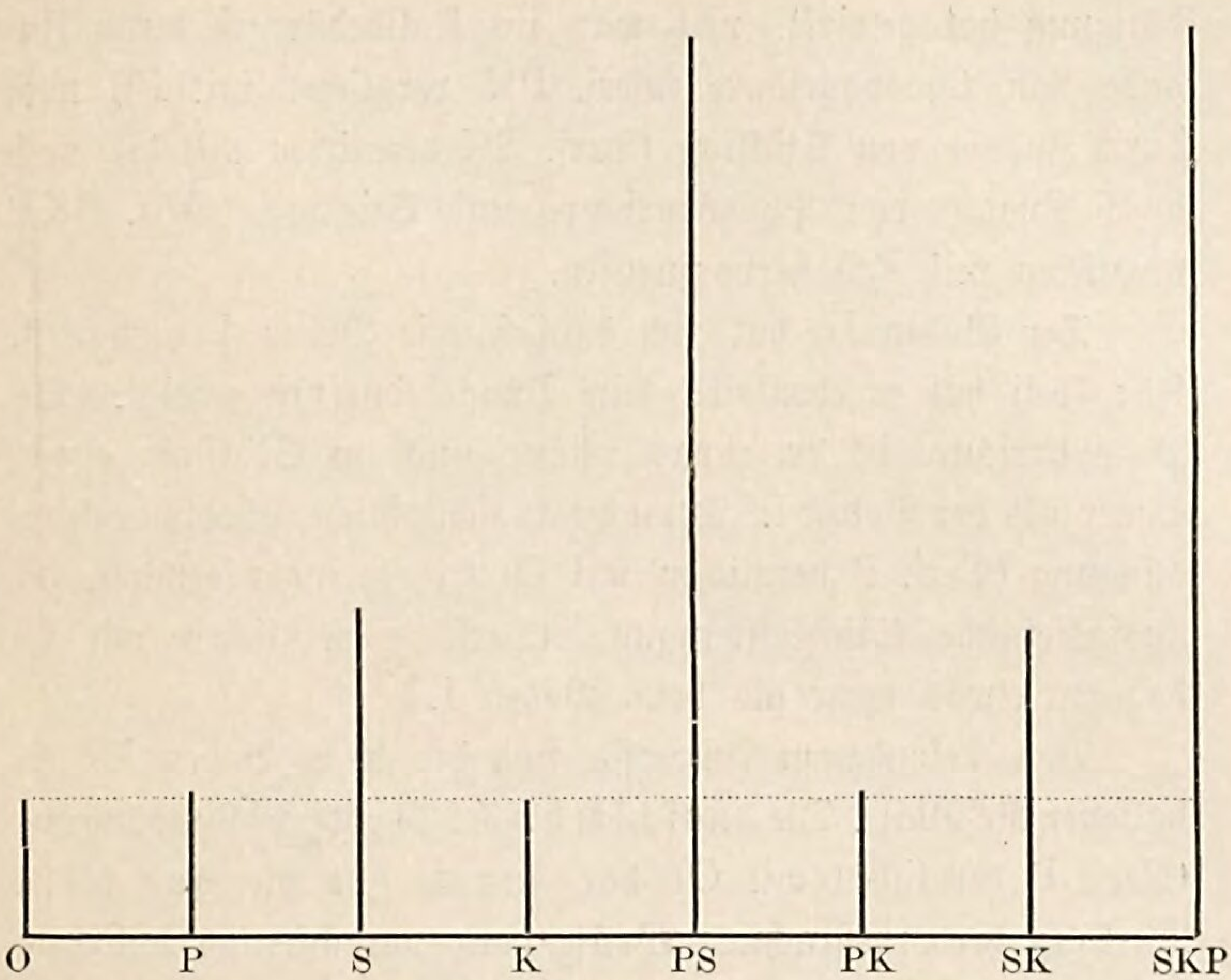
Der bequemeren Uebersicht halber gebe ich die bei diesen Düngungen erhaltenen Erträge in graphischer Darstellung hier wieder. Je 1 mm Höhe der Linien entspricht 1 g Ertrag.



Boden I.



Boden II.



Boden III.

Die Resultate geben ein deutliches Bild von der Ausnützung der Stickstoffdüngung in den verschiedenen Bodenarten mit und ohne Phosphorsäure- und Kalibeigabe, und sie lassen klar erkennen, wie verschieden das Düngebedürfniß der drei Bodenarten ist.

Man erkennt ganz deutlich das Folgende:

Der Boden I ist relativ arm an Phosphorsäure. Schon eine ausschließliche Düngung mit Superphosphat (Vers. P) hat eine bedeutende Ertragssteigerung bewirkt. Ausschließliche Stickstoff- und Kalidüngung (Vers. S und K) haben so gut wie gar nicht gewirkt, weil, wie Versuch P es lehrt, zunächst die Phosphorsäure fehlte. Durch die bei P gegebene Phosphorsäuredüngung aber ist der Boden stickstoffbedürftig geworden; denn vergleicht man den Versuch PS mit Versuch P, so erkennt man eine sehr bedeutende Wirkung der Stickstoffdüngung. Für Kalidüngung aber hat der Boden bei keinem der Versuche ein Bedürfniß gezeigt; weder die ausschließlich gegebene Kali-

düngung hat gewirkt, noch war ein Kalibedürfniß durch Zugabe von Phosphorsäure (Vers. PK verglichen mit P), noch durch Zugabe von Stickstoff (Vers. SK verglichen mit S), noch durch Zugabe von Phosphorsäure und Stickstoff (Vers. SKP verglichen mit PS) hervorzurufen.

Der Boden II hat sich ähnlich wie Boden I verhalten. Für Kali hat er ebenfalls kein Düngebedürfniß gezeigt. An Phosphorsäure ist er etwas reicher und an Stickstoff etwas ärmer als der Boden I. Denn die ausschließliche Phosphorsäuredüngung (Vers. P verglichen mit O) hat geringer gewirkt, die ausschließliche Stickstoffdüngung (Vers. S verglichen mit O) dagegen etwas mehr als beim Boden I.

Von besonderem Interesse sind die beim Boden III erhaltenen Resultate. Die ausschließliche Phosphorsäuredüngung (Vers. P verglichen mit O) hat hier so gut wie gar keine Wirkung hervorgebracht. Wollte man nun hieraus schließen, daß der Boden sehr reich an Phosphorsäure sei und einer Phosphorsäuredüngung überhaupt nicht bedürfe, so würde man damit einen großen Irrthum begehen, denn es ergiebt sich aus der Wirkungslosigkeit der ausschließlichen Phosphorsäuredüngung zunächst nur, daß die Phosphorsäure auf dem vorliegenden Boden nicht ohne gleichzeitige Zufuhr von **anderen** Nährstoffen zur Wirkung kommen kann. Ob der Boden einen Vorrath, einen Ueberschuß an Phosphorsäure enthält, und wie groß dieser Ueberschuß ist, ersieht man aus dem Versuche P noch nicht; über diese Fragen geben erst die Versuche S und KS einen Aufschluß.

Versuch S verglichen mit O ergiebt, daß der Boden in der That einen Ueberschuß an Phosphorsäure enthält, denn die ausschließliche Salpeterdüngung hat eine sehr deutliche Ertragssteigerung hervorgebracht, was sie ja nicht gekonnt haben würde, wenn kein Ueberschuß an Phosphorsäure vorhanden gewesen wäre.

Aber die Ertragssteigerung durch Stickstoffdüngung bei Versuch S ist nicht so bedeutend gewesen, daß die ganze

Stickstoffdüngung zur vollen Wirkung gekommen ist. Es muß ein anderer Nährstoff gefehlt haben, und es fragt sich, was gefehlt hat — das Kali oder die Phosphorsäure? Hierüber geben die Versuche SK und PS den allerdeutlichsten Aufschluß.

An Kali hat es, wie man sieht, nicht gefehlt, denn die Zugabe von Kali (Versuch SK) hat gegen Versuch S keine Ertragssteigerung bewirkt; es ist vielmehr die Phosphorsäure der fehlende Nährstoff gewesen, denn die Zugabe von Phosphorsäure (Versuch PS) hat gegen Versuch S in sehr bedeutendem Maße den Ertrag erhöht.

Das Resultat der drei Versuchsreihen ist also in kurzen Worten das folgende:

1. Schwache Phosphorsäuredüngungen kommen ohne weitere Beidüngungen auf den Böden I und II zur Wirkung, starke Phosphorsäuredüngungen aber nur unter Beidüngung von Stickstoff, während Stickstoffdüngungen — sowohl starke, als auch schwache — nur unter Beidüngung von Phosphorsäure zur Wirkung kommen.

2. Auf dem Boden III kommt eine schwache Salpeterdüngung ohne weitere Beidüngung von Phosphorsäure oder Kali zur Wirkung, eine starke Salpeterdüngung jedoch nur unter Beidüngung von Phosphorsäure, während Phosphorsäuredüngungen — starke wie auch schwache — nur unter Beidüngung von Stickstoff zur Wirkung kommen.

3. Die Kalidüngung übt auf sämmtlichen drei Böden weder bei ausschließlicher Anwendung von Kalisalz einen Einfluß auf die Vegetation aus, noch auch kann sie durch Beidüngung von Phosphorsäure und Stickstoff zur Wirkung gebracht werden. Es wurden die unter den gegebenen Verhältnissen erzielbaren Maximalerträge schon durch Stickstoff- und Phosphorsäuredüngung unter völligem Ausschluß einer Kalizufuhr erreicht. —

Wie es nun in den Resultaten dieser Versuche deutlich zur Anschauung gebracht ist, und wie ich es oben näher besprochen habe, geht die Aufgabe des Landwirthes dahin, für

die nöthigen Mengen von Phosphorsäure und Kali (eventuell auch von Kalk) Sorge zu tragen, um den durch die Düngung gegebenen Stickstoff zu seiner vollen Wirkung zu bringen.

Diese Aufgabe erscheint zwar nicht leicht, wenn man bedenkt, daß der Gehalt des Bodens an Phosphorsäure und Kali ein so sehr verschiedener ist. Der eine Boden ist reich an Kali, der andere arm; der eine reich an Phosphorsäure, der andere arm; die eine Kulturpflanze bedarf viel leichtlösliches Kali oder leichtlösliche Phosphorsäure, die andere weniger; der eine Boden giebt die in löslicher Form ihm gebotene Phosphorsäure leicht wieder ab — der andere macht sie schwerer löslich und bedarf einer verhältnißmäßig stärkeren Düngung, um die gleiche Wirkung erzielen zu lassen; der eine Boden hat noch niemals oder nur selten eine Düngung mit Phosphaten erhalten — der andere ist fast jährlich mit einer erheblichen Menge von Superphosphat gedüngt worden, und es ist möglich, daß der letztere einen auf mehrere Jahre ausreichenden Ueberschuß an diesem Nährstoff besitzt: — wie soll der Landwirth sich durch alle diese Fragen hindurchfinden? Soll er das alles für seinen speciellen Boden durch Ausführung von Versuchsdüngungen zu ermitteln suchen, wie es ihm vielfach gerathen wird? Nein, das thut der Landwirth nicht und das kann er auch gar nicht.

Es ist meiner Ansicht nach auch nicht ganz richtig, wenn man glaubt, einer jeden Kulturpflanze die für sie nothwendige Menge von Phosphorsäure und Kali genau zumessen zu müssen. Einerseits geht das gar nicht, und andererseits wäre es auch nicht rationell. Der einsichtsvolle und intensiv wirthschaftende Practiker hat längst das Richtige in dieser Beziehung getroffen: er bringt einen Ueberschuß von Phosphorsäure und Kali in den Boden, und dies halte ich auch für rationell. Der Stickstoff soll den Pflanzen möglichst genau zugemessen werden, die Phosphorsäure und das Kali aber nicht. Wie viel Phosphorsäure in einem bestimmten Fall, also bei einem bestimmt vorliegenden Boden und für das auf demselben zu bauende Kulturgewächs nothwendig ist, um den höchstmöglichen

Ertrag zu erzielen, bezw. um die gleichzeitig anzuwendende Stickstoffdüngung zu voller Wirkung zu bringen, das läßt sich nicht genau berechnen. Man kennt die Verhältnisse ja noch gar nicht, welche es bedingen, daß von 100 Kilo in den Boden gebrachter löslicher Phosphorsäure bald nur **10** Kilo, bald dagegen **50** Kilo durch das zunächst folgende Kulturgewächs aufgenommen werden, und außerdem weiß der Landwirth von keinem einzigen seiner Aecker genau anzugeben, wie viel Phosphorsäure derselbe im ungedüngten Zustande für die Pflanze disponibel hält. Es ist, wie gesagt, nicht möglich, auf Grund der bis heute vorliegenden practischen und wissenschaftlichen Erfahrungen genaue Berechnungen über die in einem bestimmten Fall zu gebenden Phosphorsäure- und Kalimengen anzustellen. Es bleibt nichts anderes übrig, als einen Ueberschuß von beiden Nährstoffen zu geben, und es liegt hierin auch keine so große Gefahr, denn Phosphorsäure sowohl als auch Kali sind zwei Nährstoffe, welche vom Boden gebunden werden, welche der Boden für spätere Kulturen verwahrt, wenn die zunächst folgende Pflanze noch keinen oder keinen ausreichenden Bedarf für sie hat. Beim Stickstoff ist es etwas anderes. Der Stickstoff wird vom Boden nicht gebunden, er bleibt freibeweglich; ein von der Pflanze zurückgelassener Rest würde der Gefahr ausgesetzt sein, während der Wintermonate in den Untergrund gewaschen zu werden und damit verloren zu gehen.

Aber auch abgesehen von allen zur Zeit unüberwindlichen Schwierigkeiten, welche eine genaue Zumessung von Phosphorsäure und Kali bereiten müßte — ich behaupte, daß dies gar nicht einmal richtig sein würde, ich behaupte vielmehr, daß es rationell ist, einen gewissen Ueberschuß von diesen Nährstoffen zu geben.

Ich führe das Folgende hierfür an.

Die Phosphorsäure des Bodens ist bekanntlich schwerlöslich und schwerbeweglich; nur wenig wird täglich an die Pflanze abgegeben. Nehmen wir nun an, von der in einem Boden enthaltenen Phosphorsäure könnte täglich nicht mehr als nur

$^1/_2$ Kilo per Hektar von den Wurzeln aufgenommen werden, so mag dies genügen, wenn die Entwickelung der Pflanzen eine gleichmäßig fortschreitende ist, wenn die Witterung während des ganzen Verlaufs der Vegetation sich günstig gestaltet. Eine dauernd günstige Witterung aber kommt in der Praxis nicht vor. Die Pflanzen werden einmal einige Wochen lang dursten, alsdann nehmen sie keine Phosphorsäure auf und produciren auch nichts. Kommt jetzt Regen und folgt auf den Regen eine feuchtwarme Witterung, so müssen die Pflanzen — wollen sie es zu einer Maximalernte bringen — das Versäumte nachholen, sie müssen innerhalb der nächsten acht Tage so viel produciren, als sie sonst vielleicht während vierzehn Tagen oder drei Wochen producirt hätten. Für die doppelte bis dreifache Tagesproduction aber brauchen sie auch die doppelte bis dreifache Phosphorsäuremenge, und diese können sie nur dann erhalten, wenn ein entsprechender Ueberschuß an löslicher Phosphorsäure vorhanden ist, ein Vorrath, aus welchem die Pflanzen innerhalb weniger Tage mehr aufnehmen können, als es unter normalen Verhältnissen nothwendig ist.

Sichere Erträge und Maximalerträge können unter den practisch vorkommenden Verhältnissen nur dann erzielt werden, wenn die Pflanze imstande ist, ganz besonders günstige Witterungsverhältnisse, wie sie oft nur während sehr kurzer Zeiträume sich darbieten, voll auszunutzen. Der Phosphorsäurereichthum des Bodens muß daher so groß sein, daß er nicht nur den normalen Phosphorsäurehunger der Pflanze stillt — er muß vielmehr auch dann ausreichendes bieten, wenn die Pflanze zeitweise einmal einen außergewöhnlich großen Hunger nach Phosphorsäure bekommt.

Man bedenke doch einmal, welch' bedeutende Pflanzenmassen auf einem reichen Acker bei feuchtwarmer Witterung oft innerhalb weniger Tage producirt werden und welch' große Mengen von Phosphorsäure da innerhalb sehr kurzer Zeit von den Pflanzen aufgenommen und verarbeitet werden müssen!

Was nun für die Phosphorsäure gilt, das gilt in gleicher Beziehung auch für das Kali, denn auch das Kali bleibt nicht wie der Salpeterstickstoff im Boden freibeweglich, es wird ebenfalls absorbirt und nur in kleinen Portionen vom Boden wieder abgegeben. Von der Phosphorsäure und dem Kali, sage ich, muß ein genügender Ueberschuß im Boden vorhanden sein, ein Vorrath, der nicht nur an normalen Productionstagen, sondern auch an den Tagen des allerlebhaftesten Wachsthums die Pflanzen sättigen kann.

Nicht so steht es mit dem Stickstoff, wenigstens nicht mit der Menge der den Pflanzen zu bietenden Stickstoffsalze.

Der lösliche Stickstoff muß den Pflanzen zugemessen werden, man darf ihn nicht im Ueberschuß geben.

Ein Stickstoffüberschuß ist unnöthig und unzulässig. Unnöthig, weil die Stickstoffsalze freibeweglich sind und sich in ihrem gesammten Vorrath auch bei intensivstem Bedarf den Pflanzen zur Verfügung stellen; unzulässig, weil der Stickstoffüberschuß einerseits eine ganz unnormale Entwickelung der Pflanzen hervorrufen würde und man andererseits den nicht verbrauchten und während der Wintermonate leicht versickernden Rest des Stickstoffs verloren geben müßte.

Halten wir es also fest:

Phosphorsäure und Kali sind den Kulturpflanzen im Ueberschuß zu bieten, damit der dargereichte Stickstoff zu seiner vollen Wirkung komme. —

„Im Ueberschuß!" Wie groß aber soll der Ueberschuß sein, und wonach soll man ihn bemessen?

Das ist freilich eine wichtige Frage, und ihre Beantwortung ist nicht so leicht, als man die Frage stellt. Unsere Erfahrungen sind — wie bereits gesagt — auf diesem Gebiet noch sehr mangelhaft.

Bis ich Eingehenderes über alle diesen Gegenstand betreffenden Nebenfragen mittheilen kann — und ich hoffe dies bald zu können — mag einstweilen die folgende Antwort genügen.

Man prüfe zunächst durch einen einfachen Versuch, ob und in welchem Maße der Boden düngungsbedürftig für Phosphorsäure und für Kali ist.

Wie man einen solchen Versuch ausführt, und was man dabei zu beobachten hat, findet sich in meiner Schrift „Einige practisch wichtige Düngungsfragen“ angegeben. Ich will hier aus den dort gegebenen Mittheilungen nur das wiederholen, was ich über die Frage gesagt habe, ob man die bei den Versuchen resultirenden Ertragsdifferenzen mit dem Auge abschätzen, oder ob man sie mit der Waage ermitteln soll. Ich antworte hierauf, daß je nach dem Maß von Arbeit, Zeit und Kosten, welches man für die Versuche verwenden kann, bald der einen, bald der anderen Art der Resultatbestimmung der Vorzug gegeben werden muß. Ist man in der Lage, hinreichende Zeit und Kosten für die Versuche zu verwenden, so führe man sie in möglichst exacter Weise und unter sorgfältiger Berücksichtigung aller nöthigen Vorsichtsmaßregeln aus. Ist man aber nicht in der Lage, die nothwendigen Vorsichtsmaßregeln zu befolgen und den Versuchen einen Umfang zu geben, wie er zur Erzielung sicherer Zahlen erforderlich ist, so glaube ich, daß in solchen Fällen das geübte Auge des tüchtigen und erfahrenen Landwirthes das Resultat der vergleichenden Düngung zutreffender beurtheilen wird als die aus dem uncontrolirten und mit Fehlermassen aller Art behafteten Versuch gewonnene Zahl.

Man führe eine oder zwei Versuchsreihen — ja nicht mehr, als man mit Sorgfalt durchführen kann — möglichst exact aus und eventuell daneben eine Anzahl weiterer Versuche in der Weise, daß etwa an drei Stellen des betreffenden Ackers schmale, mit dem Auge übersehbare Streifen abgegrenzt werden, auf welchen man — je nach der Frage, die durch den Versuch beantwortet werden soll — die Düngung ändert oder auch ganz fehlen läßt.

Die Resultate der letzteren Versuche beurtheilt man nur nach dem äußeren Stand der Pflanzen in ihren verschiedenen

Entwickelungsstadien, und aus der Größe der beobachteten Differenzen wird der Landwirth dann leicht ein Urtheil darüber gewinnen, ob das durch den Augenschein gewonnene Resultat des Versuchs schon ausgeprägt genug ist, um practisch verwerthbar zu sein, oder ob es sich empfiehlt, die gewonnene Beobachtung durch einen exacteren Versuch zu prüfen.

Hat man nun gefunden, daß eine Phosphorsäure- und etwa auch eine Kalidüngung auf dem Boden wirkt, so dünge man mit den genannten Nährstoffen und halte sich bezüglich der anzuwendenden Mengen innerhalb derjenigen Grenzen, welche ich in oben genannter Schrift für die verschiedenen Kulturpflanzen angegeben habe. Während der ersten Jahre halte man sich — falls der Boden als sehr düngebedürftig sich gezeigt hat — mehr an die als „starke Düngung" üblichen Quantitäten (70—80 Kilo wasserlösliche oder 150—200 Kilo Thomasphosphorsäure per Hektar), damit man eines genügenden Ueberschusses sicher sei. Insbesondere sei man bezüglich der Phosphorsäuredüngung nicht allzu sparsam. Die Phosphorsäure steht nicht sehr hoch im Preise und die Thomasschlacke bietet ein ganz ausgezeichnetes und höchst vortheilhaftes Mittel, den Boden mit einem Vorrath an Phosphorsäure zu versorgen. Namentlich bei Weinberg- und Obstbaumanlagen, überhaupt bei allen Kulturen, bei welchen ein Ausheben oder Riolen oder sonstiges tiefes Bearbeiten des Bodens geschieht, versäume man nicht, die tieferen Schichten mit reichlichen Mengen von Thomasschlacke zu düngen.

Hat man während einer Reihe von Jahren reichliche Phosphorsäuredüngungen angewandt, so wird man mehr zu den als „schwache Düngung" üblichen Quantitäten (30—40 Kilo wasserlösliche oder 60—80 Kilo Thomasphosphorsäure per Hektar) übergehen und sich die Nachwirkung der früheren Düngungen zunutze machen, auch durch Versuche prüfen, ob man nicht öfter einmal ganz die Phosphorsäuredüngung aussetzen kann. Wenn beispielsweise Herr F. Heine zu Emersleben*)

*) Deutsche Landw. Presse 1886, Nr. 33.

berechnet, daß er während eines Zeitraums von sechszehn Jahren in seinem Gut durchschnittlich nicht weniger als 64 Kilo Phosphorsäure per Jahr und Hektar mehr eingeführt als ausgeführt hat, so ist es wohl nicht zu verwundern, wenn weitere Phosphorsäuredüngungen auf einem so stark angereicherten Boden nicht mehr wirken und man dort einige Jahre hindurch vom angesammelten Vorrath zehren kann. Der nothwendige Ueberschuß soll nicht zum Ueberfluß an Phosphorsäure werden.

Was nun vorstehend bezüglich der Phosphorsäuredüngung gesagt ist, gilt in gleicher Weise auch für das Kali, wobei jedoch zu bemerken ist, daß von Natur kalireiche Böden weit häufiger vorkommen als phosphorsäurereiche, und auch, daß man mit der Vorrathsdüngung von Kali weit vorsichtiger sein muß, als es betreffs der Phosphorsäure nöthig ist. Das Kali wird zwar von der Bodenkrume absorbirt, aber es wird auch leichter wieder löslich als die Phosphorsäure, und gegen sehr starke Kalidüngungen sind manche Kulturpflanzen recht empfindlich. Man hat der Kalidüngung also eine größere Aufmerksamkeit zuzuwenden als der Phosphorsäuredüngung, und man hat Sorge dafür zu tragen, daß ein zu großer Ueberschuß an Kalisalzen im Boden vermieden werde.

Die Erbsen, Wicken, Lupinen, Luzerne, die Wiesenpflanzen, alle kleeartigen Gewächse sind Kulturpflanzen, welche sich vorzugsweise für Kalidüngung empfehlen, indem sie viel Kali bedürfen, viel Kali vertragen und den lohnendsten Erfolg der Kalidüngung gewähren. Um eine Einfuhr von Kali in die Wirthschaft zu vermitteln, sind diese Pflanzen als ganz besonders geeignet anzusehen.

12. Mit welchen Stickstoffmengen sind die verschiedenen Kulturpflanzen zu düngen?

Auf die Frage: Was kann der Landwirth thun, um die Stickstoffdüngung zu ihrer vollen Wirkung zu bringen? habe

ich im voraufgegangenen Abschnitt die folgende Antwort gegeben: Man sorge dafür, daß alle Nährstoffe, welche die Pflanze außer dem Stickstoff nöthig hat, im Ueberschuß vorhanden sind, und es sind dabei ganz besonders die Phosphorsäure und das Kali in's Auge zu fassen.

Es ist dies eine Forderung, welche der Landwirth erfüllen kann, denn es ist ihm möglich, den Boden mit jedem beliebigen Quantum von Phosphorsäure und Kali, gleichwie von Kalk, Magnesia und Schwefelsäure — falls auch diese Nährstoffe zugeführt werden müßten — zu versorgen.

Nun aber frage ich: Wird eine Stickstoffdüngung, etwa eine Düngung von 400 Kilo Chilisalpeter per Hektar, unter allen Umständen zur vollen Wirkung kommen, sobald nur ein genügender Vorrath von allen sonst noch nothwendigen Nährstoffen vorhanden ist? Nein, das wird sie nicht. Die Pflanzen haben außer Nährstoffen noch mehr nöthig: sie haben **Wasser, Wärme** und **Licht** nöthig. Fehlt es an Wasser oder an genügendem Licht oder an Wärme, um eine der gegebenen Stickstoffdüngung entsprechende Pflanzenmasse zu erzeugen, so nützt der Ueberschuß an Nährstoffen nichts. Die Stickstoffdüngung kann nur soweit zur vollen Wirkung kommen, als nicht nur die außer Stickstoff nöthigen Nährstoffe, sondern auch noch das Wasser, die Wärme und das Licht in genügendem Maße vorhanden sind.

Wasser, Wärme und Licht aber hat der Landwirth nicht in der Gewalt; diese drei Wachsthumsfactoren werden von der Natur gegeben, wir haben auf deren Größe keinen oder nur einen geringen Einfluß und müssen mit demjenigen Quantum derselben zufrieden sein, welches die örtlichen Verhältnisse des Bodens, des Untergrundes, des Klimas und der Jahreswitterung uns liefern.

Diese Factoren aber sind maßgebend für die auf einer bestimmten Ackerfläche zu erzielende Maximalernte; die durch sie beherrschte oberste Grenze der Ertragssteigerung müssen wir als eine unüberwindliche anerkennen, und dieser Grenze

müssen wir die Stickstoffmengen anpassen, durch welche die Erträge gesteigert werden sollen.

Oertliche Verhältnisse des Bodens, des Klimas und der Witterung bedingen es, daß trotz allerreichlichster Düngung auf dem einen Acker nur 2000, auf dem andern dagegen 3000, auf dem dritten 4000 und auf dem vierten selbst 5000 Kilo Weizenkörner per Hektar erzielt werden können. Dies sind Grenzwerthe, mit welchen wir zu rechnen haben, wenn wir diejenige Stickstoffmenge finden wollen, welche auf einem bestimmten Acker und für eine bestimmte Frucht voraussichtlich zur vollen Wirkung kommen kann.

Ich will ein Beispiel aus der Praxis anführen.

Bei den schon oben citirten Versuchen von Heine-Emersleben wurden Aecker, welche ohne Stickstoffdüngung bereits 4300 Kilo Körner per Hektar lieferten, mit 200 Kilo Chilisalpeter gedüngt. Die Düngung ergab keine Mehrernte, weil eben der Ertrag von 4300 Kilo Körner, wie man ihn schon ohne Stickstoffdüngung erhielt, auf der durch Klima und Witterung bedingten Grenze stand.

Andere und zwar stickstoffärmere Böden des gleichen Gutes lieferten ohne Stickstoffdüngung nur 3000 Kilo Körner. Hier mußte es also als höchst wahrscheinlich angesehen werden, eine erhebliche Ertragssteigerung durch Salpeterdüngung bewirken zu können, und in der That: eine Düngung von 200 Kilo Chilisalpeter per Hektar steigerte auf diesen Aeckern den Ertrag um nicht weniger als **800** Kilo Körner.

Wenn der Landwirth also wissen will, mit wie viel Stickstoff er einerseits seine Aecker düngen darf, ohne sich der Gefahr auszusetzen, daß ein Theil desselben unwirksam bleibt, und andererseits düngen muß, um den höchstmöglichen Reingewinn zu erzielen: so lege er sich die folgenden drei Fragen vor.

Erstens frage er sich: Wieviel Ertrag wird von dem vorliegenden Acker wohl **ohne** Stickstoffdüngung zu erwarten sein?

Zweitens: Bis zu welchem **Maximum** wird sich unter den gegebenen Verhältnissen des Bodens, des Klimas

und der durchschnittlichen Witterung der Ertrag steigern lassen?

Drittens: Wieviel Stickstoffsalz ist anzuwenden, um die **als Ziel gesetzte Ertragssteigerung** zu bewirken?

Die zwei ersten Fragen muß der Landwirth sich auf Grund seiner practischen Erfahrung, die er, wenn nöthig, durch geeignete Versuchsdüngungen vervollständigen kann, beantworten.

Der Practiker weiß es ja auf Grund seiner bisherigen Erfahrung ungefähr zu veranschlagen, welchen Ertrag an Körnern, an Kartoffeln, an Rüben ꝛc. er von einem bestimmten Acker unter Berücksichtigung seines Düngungszustandes und der Vorfrucht im Durchschnitt zu erwarten hat. Von diesem Ertrage ausgehend muß er sich ein Ziel setzen, bis zu welchem er unter Berücksichtigung der Feuchtigkeitsverhältnisse und der physikalischen Beschaffenheit seines Bodens, des Klimas und der mittleren Witterungsverhältnisse seiner Gegend den Ertrag steigern zu können glaubt. Erwartet er von seinem Acker nicht mehr als etwa 2500 Kilo Ertrag per Hektar an Weizenkörnern, und hält er es nach seinen oder seiner Nachbarn Erfahrungen oder im Hinblick auf die in anderen, klimatisch nicht günstiger situirten Gegenden erzielten Erträge für wahrscheinlich, daß er es auf etwa 4000 Kilo Weizenkörner bringen kann, so hat er dem Acker soviel Stickstoff zuzuführen, als zur Production von 1500 Kilo Weizenkörner mit entsprechendem Stroh erforderlich ist. Dies Quantum findet er aus der auf Seite 104 angegebenen Tabelle. Zur Erzeugung von 100 Kilo Weizenkörner mit dazugehörigem Stroh sind — wie wir dort finden — 32 Kilo Chilisalpeter erforderlich, folglich würde man zur Erzeugung von 1500 Kilo Körner 480 Kilo Salpeter nöthig haben.

Auf diese Weise gewinnt man einen ungefähren Anhaltspunkt, um diejenige Menge von Stickstoffsalz zu finden, welche voraussichtlich zur vollen Wirkung kommen kann, und welche man in dem vorliegenden Fall anwenden muß, um den höchstmöglichen Reingewinn zu erzielen.

Das Weitere muß dann die Erfahrung lehren. Hat man mit vorstehend calculirten 480 Kilo Chilisalpeter per Hektar seinen Weizenacker gedüngt, so wird man ja die Augen nicht verschließen, sondern beobachten und prüfen, ob der Salpeter zur vollen Wirkung kommt, ob auch wirklich ein Mehrertrag von 1500 Kilo Körner nach jener Düngung entsteht. Ist der Erfolg geringer, wird etwa ein Mehrertrag von nur 1000 Kilo Körner erzielt, so muß man nach der Ursache fragen. War etwa nicht genug Kali oder nicht genug Phosphorsäure oder Kalk oder Wasser oder Wärme vorhanden, um den Stickstoff zur vollen Wirkung zu bringen? Oder hat der dargebotene Stickstoff nicht in ganzer Menge von der Pflanze aufgenommen werden können; haben starke Frühjahrsniederschläge den Salpeter vielleicht in zu tiefe Bodenschichten gewaschen? Oder hat es an der genügenden Anzahl von Pflanzen gefehlt, um die Stickstoffmenge vollständig aufzunehmen und zu verarbeiten; war etwa zu wenig Saatgut verwandt worden, oder hat der Frost zu viel Pflanzen vernichtet? Oder ist die Anzahl der Pflanzen bezw. der Halme eine zu große gewesen; war etwa das Saatgutquantum zu reichlich bemessen, oder hat eine zu starke Bestockung der Pflanzen stattgefunden, in Folge dessen die Entwickelung keine normale war, der Stand zu dicht, schwache, an Lichtmangel leidende, sich leicht lagernde Halme entstanden? Diese Fragen hat der Landwirth sich zu stellen und darüber nachzudenken, welche der verschiedenen Möglichkeiten hier thatsächlich vorgelegen hat.

Hat er dann — vielleicht mit Hülfe eines Versuchs — die Ursache gefunden, so wird er überlegen, ob und wie dieselbe zu beseitigen und die Salpeterwirkung zu steigern ist. Kommt er dabei zu dem Resultat, daß eine Beherrschung der Ursache nicht in seiner Gewalt liegt, so wird er es sich überlegen müssen, ob etwa eine geringere Stickstoffdüngung ihm größere Vortheile bringt.

Sind jene 480 Kilo Chilisalpeter nicht zur vollen Wirkung gekommen, weil es etwa an der nöthigen „Bodenfeuchtig-

keit“ gefehlt hat, und ist auf Grund der bisherigen Erfahrungen keine Aussicht vorhanden, daß im Durchschnitt der folgenden Jahre die Feuchtigkeitsverhältnisse sich erheblich günstiger gestalten werden, so liegt die Wahrscheinlichkeit nahe, daß es richtiger sein wird, eine geringere Salpeterdüngung anzuwenden, und es bleibt alsdann Sache des Versuchs und der Calculation, zu prüfen, ob man bei vollkommenerer Ausnützung einer geringeren Düngung oder aber bei einer weniger vollkommenen Ausnützung der stärkeren Düngung den höchsten Reingewinn erzielt.

Von vornherein ist es ja nicht gesagt, daß die vollständiger zur Wirkung kommende geringere Düngung auch den höchsten Reingewinn ergiebt. Relativ ist sie ja rentabler, aber es kommt hier auf die absolute Größe des Gewinnes an. Angenommen, eine Düngung von 200 Kilo Salpeter, die etwa 40 Mark kostet, ergiebt einen Mehrertrag im Werthe von 100 Mark und eine Düngung von 400 Kilo Salpeter ergiebt einen Mehrertrag im Werthe von nicht 200 sondern nur 160 Mark, so ist die schwächere Düngung zwar relativ rentabeler gewesen, aber trotzdem weniger vortheilhaft, denn sie hat einen Reingewinn von 100 minus 40 = **60** Mark, die stärkere Düngung dagegen einen Reingewinn von 160 minus 80 = **80** Mark erbracht.

Nachdem ich nun im Vorstehenden gezeigt habe, nach welchen Grundsätzen man bezüglich der anzuwendenden Stickstoffmengen zu calculiren hat, gebe ich in der folgenden Zusammenstellung noch die Grenzen an, innerhalb welcher man in der Praxis die Stickstoffdüngung zu halten pflegt. Diese Grenzwerthe beziehen sich auf Wirthschaften mit Stallmistbetrieb; sie werden im Zusammenhang mit oben angegebenen Berechnungen dem Landwirth als ungefähre Anhaltspunkte dienen, so lange ihm seine eigene Erfahrung noch nicht weit genug zu reichen oder noch nicht Sicherheit genug zu bieten scheint.

Es pflegt gegeben zu werden:

	Stickstoff per ha in Kilo.	entsprechend Chilisalpeter per ha in Kilo.	entsprechend schwefelsaures Ammoniak per ha in Kilo.
den Halmgewächsen . .	15—60	100—400	75—300
den Kartoffeln	25—50	160—330	125—250
den Zuckerrüben, Möhren, Cichorien	25—60	160—400	125—300
den Futterrüben . . .	30—75	200—500	150—400
dem Raps, Rübsen, Mohn, Senf	25—60	160—400	125—300
dem Tabak	15—30	100—200	75—150
dem Lein	15—25	100—160	75—125
dem Hanf	25—45	160—300	125—225
dem Weinstock	15—30	100—200	75—150
den Obstbäumen u. beerentragenden Sträuchern	30—60	200—400	150—300
den Gurken, Kürbissen, Spargeln, Erdbeeren	25—60	160—400	125—300
den rübenartigen Gartengewächsen, Möhren, Kohlrüben, Weißrüben, Schwarzwurzeln, den Kohlarten und Zwiebeln	25—75	160—500	125—400
dem Bleich- und Gartenrasen . . . . (beim Rasen dreimal im Sommer und zwar unmittelbar nach dem Schnitt die Stickstoffdüngung zu wiederholen.)	15—25	100—160	75—120

Im Anschluß an diese Zahlen und zum Schluß meiner obigen Ausführungen hebe ich hier nochmals hervor, wie außerordentlich wichtig es ist, gerade die Stickstoffdüngung in der richtigen Menge und in der richtigen Weise den Kulturpflanzen zu geben.

Der Stickstoff ist — soweit es sich überhaupt um eine Beherrschung der Vegetation durch Nährstoffe handelt — der eigentliche **Regulator** der Productionsthätigkeit aller stickstoffdüngungsbedürftigen Pflanzen, aller sogenannten Stickstoffzehrer. Die Ernährung dieser Pflanzen, die Zumessung der Nahrungsquantität, ja, die eigentliche Kunst ihrer ganzen

Düngung spitzt sich zu auf eine rationelle Zuführung und Zumessung von **Stickstoff.**

Alle übrigen Nährstoffe giebt der Landwirth im Ueberschuß — den Stickstoff aber mißt er den Pflanzen zu, mit dem Stickstoff füttert er gleichsam seine Pflanzen, regulirt er ihre Productionsthätigkeit und setzt er die Pflanzen in den Stand, dauernd oder vorübergehend dargebotene günstige Wachsthumsverhältnisse — günstige Bodenbeschaffenheit, günstiges Klima, günstige Witterung — voll auszunutzen.

So wichtig es aber ist, die Stickstoffdüngung in rationeller Weise zu betreiben, so schwierig ist es auch, dieser Aufgabe vollkommen gerecht zu werden.

Nur in der Hand des erfahrenen, einsichtsvollen, scharf beobachtenden und kritisch urtheilenden Landwirthes kann die Stickstoffdüngung diejenigen Erfolge mit Sicherheit erringen, deren sie fähig ist; und ich glaube daher, daß es nicht unwillkommen sein wird, wenn ich in den jetzt folgenden Abschnitten es versuche, auf einige Momente hinzuweisen, welche zur Verhütung von Mißerfolgen der Stickstoffdüngung beobachtet werden müssen.

13. Zu welcher Zeit sind die Stickstoffsalze am geeignetsten zu verwenden?

Mißerfolge, welche man bei Anwendung von Chilisalpeter und Ammoniaksalz erhalten hat, sind häufig darauf zurückzuführen, daß man die Salze nicht zur geeignetsten Zeit gegeben hat. Für Wintergetreide wird häufig im Herbst eine Stickstoffdüngung angewandt, weil man glaubt, eine bessere Ausbildung und Kräftigung der zu durchwinternden Pflanzen dadurch erzielen zu können. Das mag in manchen Fällen auch ganz recht sein; in vielen aber ist es verkehrt. Man bedenke, daß die jungen Pflänzchen verhältnißmäßig wenig Stickstoff

nöthig haben, um sich bis zum Eintritt der Winterruhe kräftig genug auszubilden; ein in guter Kultur befindlicher Boden liefert ihnen hierfür meist Stickstoff genug. Ich erinnere an die Versuche von Heine-Emersleben. Den höchsten Ertrag lieferten diejenigen Weizenäcker, welche im Herbst keine Stickstoffdüngung, sämmtlichen Salpeter erst im Mai erhalten hatten.

Aehnlich wird es in vielen anderen Fällen gehen.

Jedenfalls ist es unrichtig, den Pflanzen im Herbst die ganze Menge der für sie vorgesehenen Salpeterdüngung zu geben; man biete ihnen bei der Herbsteinsaat nur so viel, als sie vor Eintritt der Winterruhe noch aufnehmen und verarbeiten können. Ein Ueberschuß ist unnöthig und — es kann derselbe während der Wintermonate durch allzu tiefe Versickerung ganz oder zum Theil **verloren** gehen.

Die Resultate der Versuchsreihe 19 geben hierfür einen deutlichen Beleg.

Die Versuche wurden mit Winterroggen auf kalkreichem Lehmboden ausgeführt, und ich verweise bezüglich der specielleren Resultate auf die in den Tabellen gegebenen Zahlen. An dieser Stelle will ich nur die folgenden Uebersichtszahlen anführen, in welchen die bei Düngung 1 (kein Stickstoff im Herbst, sämmtlicher Stickstoff im Frühjahr als Chilisalpeter gegeben) erhaltenen Resultate = 100 gesetzt sind.

	Körner.	Stroh.
1. Kein Stickstoff im Herbst, sämmtlicher Stickstoff im Frühjahr als Chilisalpeter gegeben	100	100
2. Sämmtlicher Stickstoff im Herbst in Form von schwefelsaurem Ammoniak gegeben, kein Stickstoff im Frühjahr	14	20
3. Den geringeren Theil der Stickstoffdüngung im Herbst in Form von Ammoniaksalz gegeben, den größeren Theil im Frühjahr als Chilisalpeter	67	78
4. Den geringeren Theil der Stickstoffdüngung im Herbst in Form von Chilisalpeter gegeben, den größeren Theil im Frühjahr und zwar ebenfalls als Chilisalpeter .	73	80

Das weitaus günstigste Resultat hat der Versuch 1 ergeben, bei welchem kein Stickstoff im Herbst, vielmehr sämmtlicher Stickstoff im Frühjahr in Form von Salpeter gegeben wurde; das schlechteste Resultat dagegen lieferte der Versuch 2, bei welchem die Pflanzen sämmtlichen Stickstoff im Herbst in Form von Ammoniaksalz erhielten. In der Mitte stehen die Versuche, bei welchen die geringere Menge (je 10 Kilo Stickstoff per Hektar) im Herbst, die größere Menge (je 10, 20, 30 und 40 Kilo Stickstoff per Hektar) im Frühjahr in Form von Chilisalpeter gegeben wurde, und es hat wenig Unterschied gemacht, ob die Herbstdüngung in Salpeter oder in Ammoniaksalz bestanden hatte.

Die Versuche lehren, daß auch das Ammoniak der Gefahr der Versickerung in zu tiefe Bodenschichten unterliegt. Wird es zunächst auch von der Bodenkrume gebunden, so geht es doch bald in Salpetersäure über, und diese folgt dem Laufe des Regenwassers, welches während der Wintermonate auf den Boden fällt.

Nur auf sehr tiefgründigem und stark wasserhaltendem Boden darf es riskirt werden, eine größere Menge von Stickstoffsalz als Herbstdüngung zu verwenden.

Für rationell aber kann ich dies in keinem Fall halten, denn der im Herbst gegebene Stickstoffüberschuß gewährt keine Vortheile im Vergleich zu einer Nachdüngung im Frühjahr, während die letztere erhebliche Vortheile gegenüber der Herbstdüngung bietet. Von diesen soll weiter unten die Rede sein. —

Aber nicht nur bei der Herbstanwendung der Stickstoffsalze, sondern auch bei der Frühjahrsanwendung kann Gefahr vorhanden sein, daß ein Theil des Stickstoffs sich der Aufnahme durch die Pflanzenwurzeln entzieht.

Man darf es nicht vergessen, daß der Salpeterstickstoff freibeweglich bleibt und dem Lauf des in den Boden fließenden Regenwassers folgt. Je größer die Zeitdauer ist, welche zwischen dem Einbringen des Salpeters in den Boden

und der Aufnahme des Stickstoffs durch die Pflanzen liegt; je durchlässiger ferner der Boden ist; je größer das angewandte Salpeterquantum ist; und je mehr Regen endlich auf den Boden fällt: um so größer ist die Gefahr, daß ein Theil des Stickstoffs in so tiefe Bodenschichten versickert, daß die Pflanzenwurzel ihn nicht mehr erreichen kann. Verwendet man den Salpeter als Kopfdünger, d. h. streut man ihn erst dann auf den Boden, wenn bereits Pflanzen vorhanden sind, die ihn schnell aufnehmen, so ist die Gefahr einer Versickerung nicht oder in nur sehr geringem Maße vorhanden. Aber man scheut sich vielfach, den Salpeter als Kopfdünger zu verwenden, weil man glaubt, der Stickstoff werde alsdann den Pflanzen zu spät geboten. Man hat deshalb bei Kulturgewächsen, deren Reife möglichst zeitig eintreten soll — wie bei Zuckerrüben und Kartoffeln — die Salpeter-Kopfdüngung ganz und gar verworfen und bei Halmgewächsen sie nur noch für etwa nothwendige Nachdüngungen empfohlen.

Es mag dieser Standpunkt für viele Verhältnisse auch wohl beibehalten werden müssen; je tiefer man aber das Gebiet, welches diese Düngungsfrage berührt, zu durchforschen sucht, um so mehr gelangt man dazu, je nach den besonderen Verhältnissen, wie sie in der Praxis vorliegen, gewisse Abweichungen von obiger Regel für nothwendig zu halten.

Wollen wir der Pflanze möglichst früh den Salpeterstickstoff bieten und dafür sorgen, daß sie möglichst ohne Rest die dargebotene Stickstoffmenge in sich aufnehme, so wird dies Ziel nicht immer dadurch erreicht werden, daß man für Sommerhalmfrüchte, Zuckerrüben, Kartoffeln, Möhren, Rübsen, Lein rc. bei der Saatbestellung den Salpeter in den Boden bringt.

Ich gebe das Folgende zu bedenken.

Nachdem der Same in die Erde gebracht ist, vergehen etwa acht Tage bei Rübsen und Lein, zehn bis zwölf Tage bei den Halmgewächsen, mitunter mehrere Wochen sogar bei Möhren, Rüben, Kartoffeln, bis die Pflanzen sich zeigen, und von da

an vergehen wiederum vier bis acht Tage, bis die Pflänzchen fähig sind, Salpeterstickstoff zu verarbeiten. Fällt nun während solcher Zeitabschnitte viel Regen, und ist die wasserhaltende Kraft des Bodens eine geringe, so wird der Salpeterstickstoff in tiefere Bodenschichten gewaschen; er entzieht sich in Folge dessen zunächst den Pflanzenwurzeln, kommt unter Umständen — ich habe dies häufig beobachtet — erst vierzehn Tage später zur Wirkung als das gleichzeitig gegebene, vom Boden gebunden werdende Ammoniaksalz, und ein Theil desselben kann sich ganz und gar der Aufnahme durch die Pflanzenwurzeln entziehen.

Ganz besonders liegt diese Gefahr bei den langsam keimenden Samen vor.

Auf Möhren z. B. wirkte der Salpeterstickstoff bei einigen von mir ausgeführten Versuchen sehr wenig, als der Salpeter am Tage vor der Einsaat in den Boden gebracht war, wogegen er eine sehr bedeutende Wirkung ausübte, wenn man ihn erst später, nachdem die ersten Möhrenpflänzchen sich zeigten, ausstreuete.

Auch noch das Folgende ist zu bedenken.

Wendet man eine sehr starke Salpeterdüngung an, so kann das ganze Quantum dieser Düngung nur allmählich von den Pflanzen aufgenommen werden; bis nun aber eine vollständige Aufnahme stattgefunden hat, bleibt der im Boden befindliche Rest des Salpeters der Gefahr der Versickerung ausgesetzt.

Erwägt man dies alles, so wird man es wohl bezweifeln müssen, daß das Einbringen des Chilisalpeters bezw. der ganzen Menge desselben unmittelbar vor der Einsaat der Sommerfrüchte unter allen Umständen das rationellste ist.

Zwischen den beiden Extremen: Unterbringen des Stickstoffs vor der Einsaat und „Kopfdüngung“ mit Chilisalpeter liegt ja auch noch eine Reihe von Zwischenstufen.

Man kann den Salpeter ja auch unmittelbar nach geschehener Einsaat oder acht Tage oder zwei Wochen nach der

Einsaat auf den Boden streuen, oder man kann einen Theil des in Aussicht genommenen Salpeterquantums mit der Einsaat in den Boden bringen, einen weiteren Theil früher oder später nach der Einsaat obenauf streuen und den Rest als Kopfdüngung geben. Eine derartige portionsweise Düngung wird besonders dann in's Auge zu fassen sein, wenn man größere, für die Pflanze nicht so schnell aufnehmbare Stickstoffmengen verwenden will.

Ich glaube, daß eine solche Theilung der Salpeterdüngung in vielen Fällen practisch sein wird.

Hat man z. B. die eine Hälfte des Salpeters in eine tiefere Bodenschicht, die andere auf die Oberfläche des Ackers gebracht, so kann man mit größerer Sicherheit darauf rechnen, daß der Stickstoff sowohl früh genug als auch vollständig genug zur Aufnahme gelangt. Fällt nach geschehener Einsaat viel Regen und wird der in den Boden gebrachte Salpeter dadurch zu tief gesenkt, so tritt die acht oder vierzehn Tage später gestreuete andere Hälfte desselben an seine Stelle, wird von den Pflanzen aufgenommen, regt diese zu schneller Entwickelung ihrer Blätter sowohl als auch ihrer Wurzeln an, die dann bald den tiefer gewaschenen Salpeter eingeholt haben, um auch diesen aufzunehmen. Regnet es dagegen nicht oder nur wenig nach geschehener Einsaat, so bleibt der untergebrachte Salpeter an seiner Stelle, dient zur ersten Ernährung der Pflanze, und ihm folgt später das auf die Bodenfläche gestreuete Theilquantum, für dessen Lösung inzwischen schon Regen genug gefallen sein wird.

Ich hebe hervor, daß man an solche Vorsichtsmaßregeln nur bei den leichteren, durchlässigeren Bodenarten zu denken hat und daß bei den schwereren Böden die Gefahr einer zu tiefen Versenkung des Salpeters sehr ferne liegt.

Ich hebe ferner hervor, daß die Gefahr einer zu tiefen Versickerung des Stickstoffs weniger groß ist, wenn man für leichte, sehr durchlässige Böden an Stelle des Chilisalpeters das schwefelsaure Ammoniak wählt, über dessen

Wirkung und Anwendung weiter unten Mittheilung gemacht werden soll. —

Der Vorschlag einer ratenweisen Anwendung des Chilisalpeters aber führt mich zur Besprechung einiger Momente, welche in dem folgenden Abschnitt behandelt werden sollen.

14. Unter welchen Umständen wirkt eine Düngung mit Stickstoffsalzen mehr auf die Strohbildung als auf die Körnerbildung?

Düngen wir ein Halmgewächs, beispielsweise die Gerste, mit Chilisalpeter, so verwendet die Gerstenpflanze den dargebotenen Stickstoff zur Production von Stroh und Körnern. Auf je 100 Kilo Körner producirt sie in der Regel 150 Kilo Stroh.

Dies Verhältniß aber ist kein gleichbleibendes; es kommt vor, daß die Strohbildung eine verhältnißmäßig größere ist. In Stutzer's Schrift über den Chilisalpeter finden wir, daß bei den durch Salpeterdüngung bewirkten Mehrerträgen oft erheblich mehr Stroh producirt worden ist, als dem Verhältniß von 100 Kilo Körner zu 150 Kilo Stroh entspricht.

Beispielsweise fanden sich in den erzielten Mehrerträgen auf je 100 Kilo Körner die folgenden Mengen von Stroh:

270 Kilo Stroh (Mittel aus 2 Versuchen von Märcker),
310 „ „ („ „ 2 „ „ „),
350 „ „ (Versuch von Emmerling und Loges),
420 „ „ („ „ Wäterling),
470 „ „ (Mittel aus 12 Versuchen von Märcker),
740 „ „ („ „ 11 „ „ „).

Man sieht, in welch' hohem Maße die Strohbildung einseitig befördert werden kann durch eine Salpeterdüngung. Aber es ist natürlich höchst unvortheilhaft, wenn die Gerstenpflanze einen so großen Theil des Salpeterstickstoffs zur

Strohbildung und einen entsprechend geringeren zur Körnerbildung verwendet.

Folgende Rechnung zeigt dies.

Nach E. v. Wolff's Tabellen enthalten

100 Kilo Gerstenstroh im Mittel 0,64 Kilo Stickstoff,
100 „ Gerstenkörner „ „ 1,60 „ „ .

folglich lassen sich aus beispielsweise 10 Kilo Stickstoff 1560 Kilo Stroh und aus der gleichen Menge Stickstoff 625 Kilo Gerstenkörner erzeugen. Wie verschieden aber sind die Marktwerthe dieser Producte! 1560 Kilo Gerstenstroh wird man oft kaum höher als zu 30 bis 40 Mark verwerthen können, während die aus dem gleichen Stickstoffquantum zu erzeugenden 625 Kilo Gerstenkörner mehr als den doppelten Marktwerth haben.

Derjenige Stickstoff also, welcher der Gerstenpflanze zur Strohbildung dient, verwerthet sich nur halb so hoch als derjenige, welchen sie zur Körnerbildung verwendet.

Von großer Wichtigkeit ist demnach die folgende Frage:

Woher kommt es, daß die Halmgewächse von 100 Theilen aufgenommenen Stickstoffs bald 60 Theile, bald 50 Theile, bald sogar nur 40 Theile zur Körnerproduction und das Uebrige zur Strohbildung verwenden? Giebt es eine Erklärung für diese Erscheinung, und giebt es Mittel, die Pflanze zu einer bevorzugten Verwendung des aufgenommenen Stickstoffs für die Körnerproduction zu veranlassen?

Bei dieser Frage denkt man unwillkürlich an den althergebrachten Satz der Düngungslehre, welcher lautet: „Die Stickstoffdüngung befördert die Blattbildung, die Phosphorsäuredüngung die Körnerbildung". Dieser Satz ist so sehr in Fleisch und Blut übergegangen und er wird so allgemein als zutreffend anerkannt, daß er über allem Zweifel erhaben zu sein scheint.

Aber er ist nicht unbedingt richtig.

Es stehen mir über die Frage, ob eine Stickstoffdüngung **gleichmäßig** die Stroh- und Körnererträge steigert, oder ob sie

die Strohproduction mehr als die Körnerproduction begünstigt, eine sehr große Anzahl von Versuchen zur Verfügung, nicht weniger als 837 Einzelversuche, die auf Parzellen sowohl, als auch in Gefäßen und unter den verschiedenartigsten Verhältnissen und Düngungen ausgeführt worden sind.

Ich gebe hier eine Zusammenstellung der aus den betreffenden Tabellen sich ergebenden mittleren Verhältnißzahlen und verweise des Näheren auf die betreffenden ausführlichen Tabellen.

Versuchsreihe.	Auf je 100 Theile Stroh wurden Theile Körner geerntet ohne Stickstoffdüngung.	Auf je 100 Theile Stroh wurden Theile Körner geerntet nach Stickstoffdüngung.	Versuchsreihe.	Auf je 100 Theile Stroh wurden Theile Körner geerntet ohne Stickstoffdüngung.	Auf je 100 Theile Stroh wurden Theile Körner geerntet nach Stickstoffdüngung.
	Hafer.			**Hafer.**	
14	55	51	39 a	43	68
13	54	55	39 a	48	71
6	59	57	31 b	51	68
7 u. 8	44	72	16	53	55
12	61	71	3 a	51	66
34 a	57	87	3 b	63	72
34 b	47	80	3 c	44	80
41 a	43	70			
9 b	64	77			
	Roggen.			**Weizen.**	
7 u. 8	46	53	15	33	38
17	35	39	7 u. 8	54	59
41 a	42	45	34 a	56	63
41 b	50	40	41 a	42	47
9 a	49	53	41 b	58	46
10 a	44	45	10 b	57	57
12	39	49	30 a	51	56
			31 a	51	51
	Gerste.				
15	42	61			
7 u. 8	70	81			
34 a	70	74			
34 b	61	65			
41 a	41	58			
60	59	67			

Ich will in folgenden zwei Sätzen das Gesammtergebniß der vorstehenden Zahlen mittheilen.

1. Die Annahme, daß der Chilisalpeter oder ein anderer Stickstoffdünger einen in einseitig gesteigerter Strohproduction

sich kundgebenden physiologischen Einfluß auf die Entwickelung der Halmgewächse ausübt, ist **unrichtig**.

2. Wenn in Folge der Stickstoffdüngung die Ernährung der Halmgewächse sich zu einer gleichmäßigeren, zu einer auf die gesammte Vegetationszeit sich besser vertheilenden gestaltet, oder wenn im Gegentheil eine weniger gleichmäßige Ernährung durch sie entsteht, wenn der Schwerpunkt der Ernährung etwa mehr auf die Anfangsentwickelung oder mehr auf die Endstadien der Entwickelung verlegt wird: so tritt dementsprechend auch eine Aenderung in dem Verhältniß zwischen Stroh und Körnern ein, welche bald zu Gunsten der **Körner**bildung, bald zu Gunsten der **Stroh**bildung ausfällt.

Sie fällt zu Gunsten der Strohbildung aus, wenn der Schwerpunkt der Ernährung mehr auf die Anfangsentwickelung der Pflanze verlegt wird, sie fällt dagegen zu Gunsten der Körnerbildung aus, wenn der Schwerpunkt der Ernährung mehr den späteren Entwickelungsstadien der Pflanze sich nähert.

Die folgende Zusammenstellung unserer bei den Versuchsreihen 35 und 18 erhaltenen Resultate wird dies illustriren.

Weizen.
Versuchsreihe 35.

	Stickstoffdüngung pro Gefäß g gegeben am 27. April	26. Mai	15. Juni	Auf je 100 Theile Stroh sind Theile Körner geerntet worden
Stickstoff gegeben in Form von salpetersaurem Natron.	0	0	0	59
	6	—	—	62
	4	2	—	63
	4	—	2	64
	2	4	—	64
	2	2	2	66
	2	—	4	66
	—	6	—	64
	—	4	2	70
	—	2	4	76
	—	—	6	71

Hafer.
Versuchsreihe 18.

		Stickstoffdüngung pro Gefäß g	Auf je 100 Theile Stroh sind Theile Körner geerntet worden
Stickstoff in Form von salpetersaurem Natron gegeben.	bei der Einsaat gegeben	0	48
		0,098	49
		0,172	50
		0,246	56
	zur Hälfte bei der Einsaat, zur Hälfte nach der Bestockung gegeben	0,098	53
		0,172	52
		0,246	54

Weizen.

Versuchsreihe 35.

	Stickstoffdüngung pro Gefäß g gegeben am			Auf je 100 Theile Stroh sind Theile Körner geerntet worden
	27. April.	26. Mai.	15. Juni.	
Stickstoff in Form von schwefelsaurem Ammoniak gegeben.	6	—	—	62
	4	2	—	60
	2	2	2	65
	—	6	—	72
	—	2	4	75

Hafer.

Versuchsreihe 18.

		Stickstoffdüngung pro Gefäß g	Auf je 100 Theile Stroh sind Theile Körner geerntet worden
Stickstoff in Form von salpetersaurem Natron gegeben.	nach der Bestockung gegeben	0,098	55
		0,172	57
		0,246	58
	beim Schossen gegeben	0,098	62
		0,172	63
		0,246	67

Man kann durch Stickstoffdüngung also nicht nur einseitig die Stroherträge, sondern auch einseitig die Körnererträge vermehren; man kann durch Phosphorsäuredüngung nicht nur die Körnererträge, sondern auch einseitig die Stroherträge vermehren; man kann eine rapide Blattentwickelung, „Geilstellen“, Lagerfrucht, durch Stickstoffdüngung hervorbringen — genau mit demselben Effect aber auch durch Phosphorsäuredüngung.

Die Stickstoffdüngung übt keine specifische Wirkung auf die Blattentwickelung, und die Phosphorsäuredüngung keine auf die Körnerbildung aus.

Man hat den alten Liebig'schen Fundamentalsatz vergessen, der sich wie folgt ausdrücken läßt:

„Die Pflanze lebt nicht von einzelnen Nährstoffen, sondern von einer aus Nährstoffen zusammengesetzten **Nahrung**, und jeder einzelne Theil dieser Nahrung ist nur als **vervollständigendes Glied** des Ganzen wirksam.“

Der Stickstoff kann keine Blätter, keine Stengel, keine Halme erzeugen, wenn nicht die Phosphorsäure hinzutritt, und

aus der Phosphorsäure kann die Pflanze keine Körner bilden, wenn nicht der eben so nöthige Stickstoff und alle übrigen Nährstoffe in ausreichender Menge vorhanden sind. Der Stickstoff an sich wirkt nicht. Entsteht nach Stickstoffdüngung eine üppige Blattentwickelung, so ist es nicht der Stickstoff allein, der diese bewirkt, sondern es ist die aus Phosphorsäure, Kali, Kalk 2c. und dem als nothwendiges Element hinzugetretenen Stickstoff entstandene reichliche Menge leichtlöslicher Pflanzennahrung.

Die so sehr in die Augen fallende rapide Vegetation der Pflanzen, welche man als „Stickstoffwirkung" anzusehen gewohnt ist, entsteht gar nicht, wenn nicht das entsprechende Quantum Phosphorsäure da ist, welches mitwirken muß.

Wie ich auf Seite 126 bereits mitgetheilt habe, erhielten wir auf einem sehr phosphorsäurearmen Boden selbst nach reichlichster Stickstoffdüngung absolut keine Wirkung, die verhungerten Roggenpflänzchen ergaben ein Erntegewicht von nur 4 g. Erst als den bereits sechs Wochen alten, äußerst kümmerlich aussehenden hungrigen Pflanzen ein wenig Phosphorsäurelösung gereicht wurde, kam der Stickstoff zur Wirkung, und in Folge der Phosphorsäuredüngung trat genau so schnell und genau die gleiche rapide Entwickelung der Pflanzen ein, wie man sie nach einer Salpeterdüngung wahrzunehmen gewohnt ist.

Der Landwirth lernt diese schnelle und intensive Wirkung der Phosphorsäure nur nicht so oft kennen, weil ein mit Stickstoff übersättigter und dabei phosphorsäurearmer Boden in der Praxis weit seltener vorkommt als ein mit Phosphorsäure angereicherter und nach Stickstoff hungernder.

Eine specifische Wirkung des Stickstoffs auf die Blattentwickelung oder auf die Körnerentwickelung existirt gar nicht.

Hat man es in der landwirthschaftlichen Praxis gefunden, daß starke und gleich bei der Einsaat gegebene Salpeterdüngungen die Strohbildung mehr als die Körnerbildung gefördert haben, so ist die Erklärung hierfür nicht schwer, sie ergiebt sich aus

dem Unterschiede, welcher zwischen der Ernährung der Pflanze durch den Bodenstickstoff und der Ernährung der Pflanze durch Chilisalpeter besteht.

Ueberlegen wir es uns doch einmal, wie die Stickstoffernährung der Pflanze in einem nicht mit Stickstoffsalz gedüngten, aber fruchtbaren, in „alter Kraft" stehenden Boden vor sich geht. Der Boden enthält den Stickstoff in organischer, nicht löslicher Form. Aus diesem Stickstoffvorrath bereitet der Boden täglich ein wenig Salpetersäure und dies geringe Quantum löslichen Stickstoffs reicht er der Pflanze als tägliche Ration. Der Boden füttert gleichsam seine Pflanzen und zwar mit großer Gleichmäßigkeit.

Anders ist es, wenn wir der Pflanze eine große Menge von Chilisalpeter bei der Einsaat bieten. Da setzen wir ihr gleich das volle Stickstoffquantum, welches für einen ganzen Sommer ausreichen soll, in leicht aufnehmbarer, sofort disponibeler Form vor; die Pflanze wird nicht allmählich mit Stickstoff ernährt, es wird ihr nicht in kleinen Portionen die tägliche Stickstoffration zugemessen, sondern wir überlassen es der Pflanze, aus dem großen Vorrath jederzeit soviel aufzunehmen, als es ihr gut scheint.

Es entsteht hierdurch eine tiefgreifende Aenderung in der Ernährung der Pflanze. Bei der Ernährung durch Bodenstickstoff beherrscht — in der Regel wenigstens — die täglich löslich werdende Stickstoffmenge die Vegetation; bei der Ernährung durch Chilisalpeter dagegen steht ein Ueberschuß von löslichem Stickstoff zur Verfügung, und es wird — so lange dieser anhält — die Entwickelung der Pflanze nicht durch den Stickstoff, sondern durch die täglich aufnehmbare Menge von Phosphorsäure, Kali oder auch durch sonstige Wachsthumsfactoren, Feuchtigkeit, Wärme, Licht ꝛc. regulirt. Ist der Stickstoffüberschuß verbraucht, so tritt die Entwickelung der Pflanze wieder in Abhängigkeit von der täglich aus dem Bodenvorrath dargereichten Stickstoffmenge.

Dies ist der Schlüssel zu allen bei der Salpeterdüngung

vorkommenden oft sehr seltsam und räthselhaft erscheinenden Resultaten.

Düngt man mit einem Salpeterquantum, welches nicht ausreicht, um in Verbindung mit dem Bodenstickstoff die Pflanze während der ganzen Dauer ihrer Vegetation genügend zu ernähren, so ist die Strohproduction eine relativ größere als die Körnerbildung; vermehrt man aber die Salpetergabe, so wird die relative Körnerproduction zunehmen.

Dies zeigen mit vollkommener Regelmäßigkeit insbesondere die Resultate der Versuchsreihen 10a und 10b. Die stärkere Stickstoffdüngung hat unter sonst gleichen Verhältnissen stets eine relativ größere Körnerproduction bewirkt als die geringere.

Also ganz im Gegensatz zu der früher herrschenden Meinung, daß Salpeterdüngung die Blattentwickelung einseitig fördere, viel Stroh und wenig Körner erzeuge, sehen wir hier, daß — wie es ja auch vollkommen erklärlich ist — gerade die Körnerbildung weit mehr durch starke Stickstoffdüngung einseitig befördert worden ist als die Strohbildung. Ausreichende Stickstoffernährung der Pflanzen während ihrer ganzen Vegetationsperiode schützt vor mangelhafter Körnerbildung bezw. einseitig bevorzugter Strohproduction.

Dies ist eine Thatsache, welche durch unsere oben mitgetheilten Forschungsergebnisse vollkommen festgestellt worden ist, denn unter den verschiedensten Verhältnissen — auf Parzellen, in Gefäßen, bei verschiedenen Bodenarten, verschiedenen Pflanzen, in verschiedenen Jahren, bei verschiedenen Stickstoffdüngern und sehr verschiedenen Stickstoffgaben — hat sich das gleiche Resultat gezeigt.

Wenn nun in der landwirthschaftlichen Praxis Fälle vorkommen, in welchen man nach starken Stickstoffdüngungen die Production von Stroh mehr als die der Körner gesteigert findet, so liegt eine Erklärung hierfür wohl nicht fern. Es sind wesentlich zwei Ursachen, welche dies bewirken:

Mangel an Wasser während der Zeit der Fruchtbildung und Lagern der Pflanzen.

Findet die Pflanze von Anfang ihrer Entwickelung an und bis zu Ende derselben ausreichende Bodenfeuchtigkeit und ausreichende Nährstoffmengen, so entwickelt sie sich „normal", und ein „normales" Verhältniß von Stroh zu Körnern wird in ihrer Erntemasse sich zeigen. Reicht aber die Bodenfeuchtigkeit während der Zeit der Fruchtbildung nicht aus, um einen normalen Verlauf dieses Processes zu gestatten, oder werden die Halme durch schwere Gewitterregen niedergeworfen, tritt sogenanntes „Lagern" ein, und werden die Pflanzen dadurch in ihrer normalen Weiterentwickelung gestört, so ist es klar, daß das Verhältniß zwischen Stroh und Körnern alsdann zu einem nicht normalen sich gestalten wird. Man wird in solchen Fällen relativ mehr Stroh als Körner ernten. Und wenn nun eine starke Salpeterdüngung — namentlich dann, wenn sie in ganzer Menge schon bei der Einsaat der Pflanzen gegeben wird — reichlich bestockte, üppig entwickelte, viel Wasser consumirende, viel Wasser bedürfende und der Gefahr des Lagerns ausgesetzte Pflanzen erzeugt, so ist es ja ganz erklärlich, daß in der Praxis recht oft der Fall eintreten wird, daß man nach starker Salpeterdüngung die Strohproduction relativ mehr gesteigert findet als die Körnerproduction. Ebenso klar aber, glaube ich, wird es nach meinen vorstehenden Ausführungen sein, daß es eine ganz und gar unrichtige Anschauung ist, wenn man in derartigen Resultaten eine durch Salpeterdüngung hervorgerufene „Begünstigung" der Strohbildung erkennen will und man der Meinung ist, daß es eine allgemein zutreffende specifische Wirkung der Salpeterdüngung sei, wenn die Blattbildung mehr gefördert wird als die Körnerbildung.

Die Stickstoffdüngung bewirkt eine schnellere und üppigere Gesammtentwickelung der Pflanzen, und nur dann, wenn besondere Verhältnisse eintreten, welche der Gleichmäßigkeit in der Ernährung der Pflanzen oder einer ungestörten Frucht-

bildung entgegenwirken (Dürre, Lagern), entsteht eine Aenderung in dem „normalen" Verhältniß zwischen Stroh und Körnern.

Da diese Aenderung nun je nach den betreffenden Umständen bald zu Gunsten des Strohertrages, bald zu Gunsten des Körnerertrages ausfallen kann, so haben wir jetzt die folgende, oben bereits angedeutete Frage zu besprechen:

15. Wie sind die Pflanzen zu möglichst reichlicher Verwendung des aufgenommenen Stickstoffs für die Körnerproduction zu veranlassen?

Diese Frage läßt sich wie folgt beantworten.

Die Ernährung der Halmgewächse mit Stickstoffsalzen ist so zu reguliren, daß sie derjenigen Stickstoffernährung möglichst gleichkommt, wie ein humusreicher, in alter Kraft stehender, mit Stallmiststickstoff wohlversorgter Boden sie vollzieht, und es ist dahin zu wirken, daß der Schwerpunkt der Ernährung in diejenige Vegetationsperiode falle, welche auf die Zeit der Bestockung der Pflanze folgt.

Der höchstmögliche Körnerertrag bei der geringstmöglichen Anzahl von Halmen — das muß das Ziel einer zweckmäßigen Stickstoffernährung und einer rationellen Züchtung der Halmgewächse sein.

Die Bestockung der Halmgewächse beschränkt sich bekanntlich auf einen bestimmten Abschnitt in der Entwickelung der Pflanzen. Ist die Zeit der Bestockung zu Ende, so hört die Vermehrung der Anzahl von Halmen auf; eine jetzt gegebene Stickstoffdüngung wirkt im wesentlichen nur noch auf die Ausbildung und Kräftigung der Halmansätze und auf die Ernährung der Frucht, während eine vor oder während der Bestockungszeit zur Wirkung kommende Salpeterdüngung zugleich auch die Anzahl der Halme vermehrt.

Hieraus ergiebt sich die folgende Regel: Man gebe dem Halmgewächs vor dem Abschluß der Bestockungszeit nur so viel löslichen Stickstoff, als zur Erzielung der günstigsten Anzahl von Halmen nothwendig ist, und man gebe nach der Bestockungszeit so viel löslichen Stickstoff, als zur möglichst kräftigen Ausbildung der Halme und der Frucht erforderlich ist.

Ich weiß es wohl daß dies viel leichter gesagt, als gethan ist, aber es ist nothwendig, sich des Princips klar zu sein, nach welchem man zu handeln hat. In wie weit es practisch möglich ist, das zu leisten, was das Princip fordert, ist ja dann eine weitere Frage.

Ich will einige Beispiele nennen in welchen man die genannte Regel recht gut beobachten kann.

Hat man es mit einem in guter Kultur befindlichen oder durch Erbsen- oder Kleerückstände 2c. an Stickstoff bereicherten Boden zu thun, so wird es meist rathsam sein, die Bestockung der Pflanzen nicht oder nur durch eine sehr geringe Gabe von Salpeter oder Ammoniaksalz zu unterstützen; der Boden wird für eine ausreichende Bildung von Halmansätzen schon genug Stickstoff liefern. Erst wenn die Bestockung vollendet ist, wird man die Salpeterdüngung zu geben haben, und man wird alsdann, ohne in gleichem Grade Lagerfrucht befürchten zu müssen, ein erheblich größeres Stickstoffquantum verwenden können, als man es bei frühzeitiger Anwendung hätte geben dürfen.

Ich erinnere hier an die Erfahrung, welche F. Heine-Emersleben*) bei seinen Düngungsversuchen mit Winterweizen gemacht hat.

Nur mit Widerstreben hat er sich zu dem Versuch entschließen können, dem Winterweizen im Herbst gar keinen Stickstoff, vielmehr erst im Frühjahr und zwar erst im Mai eine Salpeterdüngung zu geben.

Der Erfolg dieser Düngung aber war bei allen Versuchen günstiger als der bei Februar-, März-, April- oder Herbstdüngungen erhaltene.

*) Deutsche Landw. Presse. 1886. Nr. 33.

Heine bemerkt hierzu wörtlich:

„Die Frage, zu welcher Jahreszeit der Chilisalpeter aufgestreut werden soll, beantworten die Versuche in einer die früheren Ansichten geradezu umstoßenden Weise; sie bestätigen nämlich die Ansicht, daß die Chilisalpeterkopfdüngung dem Winterweizen so zeitig als möglich im Frühjahr gegeben werden müsse, durchaus nicht. Im Gegentheil, es erzielte der Chilisalpeter die höchste Steigerung der Körnererträge Anfang Mai angewendet, selbst bei schon sehr vorgeschrittener Entwickelung der Pflanzen."

Selbstverständlich ist hiermit nicht gesagt, daß die Maidüngung für Winterweizen überall und in allen Fällen die richtigste ist. Eine solche schablonenhafte Maßregel würde ja auch dem oben ausgesprochenen Princip durchaus nicht entsprechen, und ich will sogleich ein weiteres Beispiel anführen, bei welchem man schon ganz anders verfahren muß.

Gesetzt, man habe einen an Stickstoff sehr ausgeraubten Boden, und man habe sich berechnet, daß eine Düngung von etwa 600 Kilo Chilisalpeter erforderlich sei, um einen Maximalertrag an Weizen zu erzielen.

Wollte man es nun wie Heine-Emersleben machen und die 600 Kilo Salpeter im Mai auf die Pflanzen streuen, so würde der Erfolg ein sehr schlechter sein, denn die Pflanzen würden auf einem so armen Boden bis dahin großen Hunger leiden und sich zu schlecht bestocken.

Wollte man andererseits aber das ganze Quantum von 600 Kilo Salpeter im Herbst oder im zeitigen Frühjahr den Pflanzen geben, so würde wiederum der Erfolg ein schlechter sein, denn das große Quantum leichtlöslichen Stickstoffs würde eine Bestockung hervorrufen, die bald zur Lagerfrucht führen müßte. Eine geeignete Theilung der Stickstoffdüngung — die Verwendung von etwa $^1/_6$ des Quantums im Herbst, $^2/_6$ im März und $^3/_6$ im Mai — dürfte unter diesen Verhältnissen als das richtigere Verfahren anzusehen sein.

Wohl nicht selten kommen derartige Fälle vor. Es fehlt dem Boden an Stickstoff; man sucht durch Salpeterdüngung den erzielbaren Maximalertrag zu erreichen; man erreicht ihn aber nicht, weil das dafür nöthige Salpeterquantum Lagerfrucht hervorbringt. Das Lagern aber wird dadurch befördert, daß man durch zu frühzeitig forcirte Ernährung der Pflanzen eine zu große Anzahl von Halmen erzeugt hat; legt man den Schwerpunkt der Ernährung mehr auf die nach der Bestockung folgende Zeit der Vegetation, so werden die nicht so dicht stehenden, nicht Mangel an Licht leidenden und kräftig ernährt werdenden Halme schon größeren Widerstand leisten und kräftige, reiche Aehren bilden. Bedingung ist hierbei aber stets ein mit Phosphorsäure stark angereicherter und selbstverständlich auch genügend Kali enthaltender Boden, denn je später die Stickstoffdüngung gegeben wird, um so schneller muß sie dann auch verarbeitet werden, und um dies möglich zu machen, muß die Pflanze in der Lage sein, innerhalb sehr kurzer Zeitabschnitte verhältnißmäßig große Mengen von Phosphorsäure aufzunehmen.

Ich will aus unsern Versuchen einige Resultate anführen, welche die vorstehend besprochene Frage berühren.

Auf die Ergebnisse der Versuchsreihe 18 sei zunächst aufmerksam gemacht.

Bei diesen Versuchen wurde die gleiche Stickstoffmenge (Chilisalpeter in drei verschiedenen Gaben)

a, bei der Einsaat;
b, zur Hälfte bei der Einsaat,
zur Hälfte nach der Bestockung;
c, nach der Bestockung;
d, bei beginnendem Schossen

dem Hafer gegeben.

Aus den in der Tabelle 2 (Versuchsreihe 18) gegebenen Zusammenstellungen ersieht man, wie mit der Verschiebung der Stickstoffdüngung gegen die Periode der Körnerbildung hin die Stroherträge abgenommen und die Körnererträge zugenommen haben.

Auf je 100 Theile Stroh wurden im Mittel der Versuche geerntet
bei Düngung a: 52 Theile Körner,
" " b: 53 " "
" " c: 57 " "
" " d: 64 " " .

Ein näheres Studium der Tabelle 2 (Versuchsreihe 18) wird zugleich aber auch die Thatsache vor Augen führen, daß mit einer Verschiebung der Anwendung des Salpeters die Gefahr einer geringeren Ausnutzung der Stickstoffgabe sich vermehrt. Dies ist ja auch leicht begreiflich.

Je älter die Pflanze wird, je mehr sie sich der Zeit der Fruchtbildung nähert, um so geringer werden die Stickstoffmengen, welche sie noch aufnehmen und verarbeiten kann, und um so kürzer ist die Frist bis zu demjenigen Entwickelungsstadium, in welchem überhaupt keine Nährstoffe mehr verarbeitet werden.

Auch die Resultate der Versuchsreihe 35 gehören hierher.

Wie man aus der dort gegebenen Zusammenstellung ersieht, wurde die Zutheilung der überall gleich großen Stickstoffgabe nicht weniger als zehnmal variirt. Es wurde theils die ganze Menge auf einmal und zwar im April oder im Mai oder im Juni gegeben, theils wurde die Menge getheilt und bald das größere, bald das geringere Theilquantum im April, im Mai, im Juni den Pflanzen (Sommerweizen) zugeführt.

Die Tabelle 2 der genannten Versuchsreihe zeigt, daß der in der Ernte wiedergewonnene Stickstoff keinen erheblichen Schwankungen unterliegt; auch da, wo die gesammte Stickstoffdüngung erst sehr spät, erst am 15. Juni gegeben wurde, ist nicht weniger Stickstoff von der Pflanze aufgenommen und in der Ernte zurückgewonnen worden als bei allen übrigen Versuchen. Von je 100 Theilen Salpeterstickstoff wurden 60 Theile in Stroh und Körnern zurückerhalten.

Aber die aus dem aufgenommenen Stickstoff producirte Erntesubstanz ist eine sehr verschiedene gewesen.

Die durch je 1 g Stickstoff bewirkte Production zeigt sich am größten bei den früh mit Stickstoff ernährten und am geringsten bei den spät mit Stickstoff ernährten Pflanzen. Die Strohproduction fällt von 39 g auf 19 g und die Körnererträge von 25 g auf 15 g. Der relative Körnerertrag aber nimmt in Uebereinstimmung mit der oben besprochenen Versuchsreihe 18 in dem Maße zu, als der Schwerpunkt der Stickstoffernährung auf die späteren Vegetationsstadien der Pflanzen verlegt wird. Er steigt von 62 Theilen auf 76 Theile Körner gegen je 100 Theile Stroh.

Auch auf die Resultate der Versuchsreihe 4c und 4d sei schließlich noch aufmerksam gemacht. Mit der Steigerung der in Form von Gründüngung gegebenen Stickstoffdüngung steigert sich der relative Körnerertrag von 61 auf 70 und 84 Theile Haferkörner bei der Versuchsreihe 4c, sowie von 41 auf 86 und 92 Theile Haferkörner bei der Versuchsreihe 4d gegen je 100 Theile Haferstroh.

Die eingangs aufgestellte Behauptung, daß man für eine möglichst gleichmäßige Stickstoffernährung der Halmgewächse sorgen müsse, und daß der Schwerpunkt der Ernährung möglichst in diejenige Vegetationsperiode zu legen sei, welche auf die Zeit der Bestockung der Pflanze folgt, findet somit eine genügende Begründung in den Resultaten der angeführten Versuchsreihen.

Ich gehe jetzt über zu einer Besprechung der folgenden sich hier anschließenden Frage:

15.ª Wie ist eine möglichst gleichmäßige Stickstoffernährung der Pflanzen auf sehr leichten stickstoffarmen Böden zu erzielen?

Die Forderung, eine der natürlichen Stickstoffernährung möglichst gleichkommende, also eine stetige, bis zur Frucht-

bildung anhaltende Versorgung der Pflanzen mit löslichem Stickstoff zu bewirken, ist besonders dann sehr zu beachten — freilich auch eben so schwer zu erfüllen —, wenn man es mit einem sehr leichten stickstoffarmen Boden zu thun hat, der einerseits viel Stickstoff bedarf, andererseits die Stickstoffsalze leicht versickern läßt. Hätte man über reichliche Mengen von organischem, allmählich sich lösendem und sehr gleichmäßig zur Wirkung kommendem Stickstoff zu verfügen, so wäre diese Aufgabe nicht so schwer. Der organische Stickstoff aber, wie man ihn im Stallmist, im Knochenmehl, Fleischmehl, Fischmehl, Blutmehl, Hornmehl, Wollstaub, zum Theil auch im Peruguano erhält, ist nicht immer in gewünschter Menge und zu wünschenswerth niedrigem Preise zu kaufen. Doch es giebt Gründüngungspflanzen, durch welche man den Acker mit organischem, aus billigster Quelle zu beziehendem Stickstoff bereichern kann und der Werth der Gründüngung kann nicht hoch genug geschätzt werden. Weiter unten komme ich hierauf zurück. An dieser Stelle möchte ich nur das Folgende bemerken.

Verschiedene, theils locale, theils wirthschaftliche Rücksichten halten mitunter von dem Anbau der eigentlichen Gründüngungspflanzen, der wirklichen Stickstoffmehrer (Erbsen, Wicken, Lupinen, Serradella, Klee) zurück und lassen die Landwirthe zum Buchweizen oder Rübsen oder weißen Senf greifen. Diese Pflanzen haben den Vorzug, daß sie auch bei verhältnißmäßig später Einsaat noch bedeutende Mengen von Pflanzensubstanz erzeugen können, weil sie sich sehr schnell entwickeln; aber sie gehören nicht zu den eigentlichen Gründüngungspflanzen, sie sind keine „Stickstoffmehrer".

In seinem Vortrage über Gründüngung sagt Professor Märcker*), daß über etwa stickstoffsammelnde Eigenschaften der Raps-, Rübsen- und Senfarten nichts bekannt sei, andererseits sie aber auch nicht als „Nichtstickstoffsammler" erwiesen

*) Mittheilungen der Oekonom. Gesellschaft im Königreich Sachsen. 1887. S. 217.

seien. Das ist richtig, und ich habe diese Lücke des Wissens durch die auf Seite 62 bis 78 besprochenen Versuche ausgefüllt, welche ergeben haben, daß die genannten Pflanzen nicht die Fähigkeit besitzen, Stickstoff aus der Atmosphäre aufzunehmen; sie sind keine Stickstoffmehrer, sondern verhalten sich genau so wie die Halmgewächse und die übrigen Stickstoffzehrer.

Baut man sie also zum Zweck der Gründüngung, so bereichern sie den Boden nicht mit atmosphärischem Stickstoff, sondern sie leben vom Bodenstickstoff und können nur insofern bereichernd wirken, als sie den im Boden noch vorhandenen und im Laufe der Herbstmonate löslich werdenden Stickstoff sammeln und vor Versickerung bewahren.

Mit ganz außerordentlicher Geschwindigkeit aber entwickelt sich der weiße Senf, wenn er mit Salpeter oder Ammoniaksalz gedüngt wird; es stellt sich uns daher die folgende Frage entgegen:

Ist es unter Umständen rationell, den für das Frühjahr den Pflanzen zugedachten Salpeter- oder Ammoniakstickstoff im **Herbst** anzuwenden und ihn **durch weißen Senf in organischen Stickstoff** überzuführen?

Die Vortheile eines solchen Verfahrens würden wesentlich die folgenden sein.

1. Man würde eine mehr gleichmäßige, sichere, den natürlichen Verhältnissen eines fruchtbaren Ackerbodens entsprechendere Stickstoffernährung der Pflanzen bewirken.

2. Man würde mit geringeren Schwierigkeiten und geringerem Risico eine erheblich stärkere Stickstoffdüngung zur Anwendung bringen können. 800 Kilo Chilisalpeter bezw. 600 Kilo Ammoniaksalz per Hektar im Herbst durch weißen Senf in organische Substanz überzuführen, hat gar keine Schwierigkeit, während es viel schwerer ist, eine so starke Stickstoffdüngung bei directer Verwendung der betreffenden Salze für Halmgewächse &c. zu vollkommener und geeignetster Verwerthung zu bringen.

3. Nicht gering zu veranschlagen wäre wohl auch der Werth, welchen die große Menge von organischer Substanz, die durch den Senf erzeugt und in den Boden gebracht würde, auf die Lockerung des Bodens, auf die wasserhaltende Kraft des Bodens, auf die Verwitterung der Bodenbestandtheile haben müßte.

4. Auch die Vortheile der Bodenbeschattung würden geltend zu machen sein, und es dürfte unter den zur Vertilgung der Quecke anwendbaren Mitteln der schnell und dicht den Boden bedeckende weiße Senf als eines der wirksamsten angesehen werden.

Diesen Vortheilen gegenüber ist nun aber ein **gewichtiges Bedenken** gegen das in Rede stehende Düngungsverfahren zu erheben, die Frage nämlich: Werden nicht die Stickstoffverluste, welche bei der Ueberführung des Salpeterstickstoffs in organischen Stickstoff und der Rückwandelung des letzteren in Ammoniak und Salpetersäure entstehen können, so groß sein, daß sie die Vortheile der indirecten Anwendung von Ammoniaksalz und Chilisalpeter überwiegen?

Dies muß der exacte Versuch prüfen und entscheiden.

Die Versuchsreihen 30a, 31a und 31b sind von uns ausgeführt worden, um über diese Frage Aufschluß zu erhalten.

Wie man aus den specielleren Nachweisen ersieht, wurde im Herbst (August oder September) theils auf Bodenparzellen, theils in Gefäßen weißer Senf ausgesäet, welcher im October oder November geschnitten und als Gründüngung für die nächstjährige Hauptfrucht (Sommerweizen, Hafer) untergebracht wurde. Die Stickstoffdüngung (steigende Mengen von Chilisalpeter) gaben wir theils dem weißen Senf, theils erst im darauffolgenden Frühjahr der Hauptfrucht.

In der folgenden Zusammenstellung führe ich die Mittelergebnisse der Versuchsreihen an.

1. Versuchsreihe 30a.

Versuche auf Bodenparzellen, Hauptfrucht: Sommerweizen.

	Stickstoff, gegeben in Form von salpetersaurem Natron	Mittelerträge an Trockensubstanz Stroh	Körner	Auf je 100 g in der Düngung gegebenen Stickstoffs sind in der Ernte zurückgewonnen worden
	g	g	g	g
	0	83,0	42,1	—
im Herbst dem weißen Senf gegeben	2,5	95,5	50,5	3
	5,0	122,4	62,7	8
	7,5	160,6	88,4	12
	10,0	191,3	104,9	13
im Frühjahr dem Sommerweizen direct gegeben	2,5	217,4	109,8	59
	5,0	272,9	158,2	64
	7,5	299,6	185,0	64
	10,0	307,1	188,3	61

2. Versuchsreihe 31a.

Versuche in Gefäßen, Hauptfrucht: Sommerweizen.

	Stickstoff, gegeben in Form von salpetersaurem Natron	Mittelerträge an Trockensubstanz Stroh	Körner	Auf je 100 g in der Düngung gegebenen Stickstoffs sind in der Ernte zurückgewonnen worden
	g	g	g	g
	0	15,5	7,8	—
im Herbst dem weißen Senf gegeben	0,5	31,0	16,1	35
	1,0	47,1	22,9	35
	1,5	69,1	36,2	43
	2,0	96,9	47,3	47
im Frühjahr dem Sommerweizen direct gegeben	0,5	42,2	23,1	64
	1,0	71,0	38,4	67
	1,5	93,4	43,4	66
	2,0	108,2	52,2	69

3. Versuchsreihe 31b.

Fortsetzung der Versuchsreihe 31a in den gleichen Gefäßen. Hauptfrucht: Hafer.

	Stickstoff, gegeben in Form von salpetersaurem Natron	Mittelerträge an Trockensubstanz Stroh.	Mittelerträge an Trockensubstanz Körner.	Auf je 100 g in der Düngung gegebenen Stickstoffs sind in der Ernte zurückgewonnen worden
	g	g	g	g
	0	9,8	5,0	—
im Herbst dem weißen Senf gegeben	0,5	18,2	11,0	21
	1,0	32,8	22,2	29
	1,5	53,0	36,5	33
	2,0	71,1	51,8	36
im Frühjahr dem Hafer direct gegeben	0,5	55,1	32,0	82
	1,0	96,4	63,8	86
	1,5	132,6	93,6	87
	2,0	167,2	124,8	88.

Man erkennt auf den ersten Blick, daß der durch weißen Senf in organische Substanz übergeführte Salpeterstickstoff bei weitem geringer gewirkt hat, als der dem Halmgewächs direct gegebene. Setzt man die Stroh- und Körnererträge, welche bei Salpeterdüngung im Frühjahr (also direct den Halmgewächsen gegeben) erhalten worden sind, = 100, so hat der im Herbst dem weißen Senf gegebene, in organische Substanz umgewandelte und als Gründüngung dem Halmgewächs gebotene Stickstoff im Mittel aller Versuche producirt: **39** Getreidestroh und **37** Getreidekörner.

Das sind Resultate, die uns berechtigen werden, eine Salpeterdüngung des für Gründüngungszwecke bestimmten weißen Senfes als durchaus unvortheilhaft zu erklären trotz der oben geschilderten indirecten Vortheile, welche die Bereicherung des Bodens an organischer Substanz, die Beförderung der Ackergahre und die Unkrautvertilgung durch üppige Senfkultur erbringen würde.

Will man im Herbst anstatt der eigentlichen Gründüngungspflanzen, also anstatt der Lupinen, Serradella, Wicken,

Erbsen ꝛc., **Senf, Buchweizen, Rübsen** und ähnliche Pflanzen zur Gründüngung bauen, um den im Boden enthaltenen löslichen Stickstoff vor Versickerung zu schützen, ihn in organische Substanz umzuwandeln, damit er in dieser Form der Ackerkrume erhalten bleibe, so baue man die genannten Pflanzen an, ohne sie mit Salpeterstickstoff zu düngen. Der Salpeterstickstoff ist besser der Halmfrucht direct zu geben.

Wir setzen die angeführte Versuchsreihe noch einige Jahre auf den gleichen Parzellen und in den gleichen Gefäßen fort, um zu prüfen, ob und in welchem Maße eine Steigerung der Erträge dort stattfinden wird, wo der Salpeterstickstoff in organische Substanz umgewandelt und er in Folge der langsamen Zersetzung dieser Substanz nicht in ganzer Menge der auf die Gründüngung folgenden Hauptfrucht zur Verfügung gestellt worden ist. Auf Grund der im Jahre 1890 und 91 uns vorliegenden hier noch nicht näher mitgetheilten Versuche aber können wir schon jetzt aussagen, daß die „Nachwirkung“ der organischen Substanz eine sehr geringe ist und daß die bei einer Fortsetzung der Versuche erhaltenen Resultate voraussichtlich nichts ändern werden an dem vorstehenden Urtheil.

Damit könnte ich diese Frage verlassen. Doch ich will noch zwei kleine Nebenfragen kurz besprechen, welche uns bei näherer Betrachtung der betreffenden Tabellen der Versuchsreihen 30 u. 31 aufstoßen. Wir finden dort, daß die auf Parzellen ausgeführten Versuche eine erheblich geringere Wirkung der Salpeter-Senfdüngung ergeben haben als die in Gefäßen ausgeführten. Wir finden ferner, daß die geringeren dem Senf gegebenen Stickstoffdüngungen erheblich schlechter durch die Hauptfrucht ausgenutzt worden sind, als die stärkeren.

Diese beiden Erscheinungen sind auffallend; doch werden wir eine befriedigende Erklärung für sie finden. Zunächst sei die erstere betrachtet.

Aus der Tabelle ergiebt sich, daß auf je 100 g in der Düngung gegebenen Stickstoffs die folgenden Stickstoffmengen in der Ernte zurückgewonnen worden sind.

I. Bei den Parzellenversuchen (Versuchsreihe 30 a) wurden erhalten:
a, wenn der Stickst. dem Gründüngungs-Senf gegeben wurde: 9 g Stickst.
b, wenn der Stickstoff dem Weizen direct gegeben wurde: 62 „ „

II. Bei den Gefäßversuchen (Versuchsreihe 31 a) wurden erhalten:
a, wenn der Stickst. dem Gründüngungs-Senf gegeben wurde: 40 g Stickst.
b, wenn der Stickstoff dem Weizen direct gegeben wurde: 67 „ „

Der Gründüngungsstickstoff also ist bei den Parzellenversuchen erheblich schlechter ausgenutzt worden als bei den Gefäßversuchen.

Woher kommt das? Ist etwa der im Herbst gegebene Salpeterstickstoff nicht vollständig vom Senf aufgenommen worden und ein Theil desselben während der Wintermonate verloren gegangen? Nein, die Aufnahme ist eine vollständige gewesen, wie man aus den betreffenden Zahlennachweisen es ersieht. Die Senferträge waren nach der Stickstoffdüngung sehr bedeutend und die in der Gründüngungssubstanz geernteten Stickstoffmengen waren der höchstmöglichen Ausnutzung der Salpeterdüngung entsprechend. Es bleibt uns also nur die Annahme, daß entweder ein Theil der Gründüngungssubstanz sich bereits im Herbst soweit zersetzt hat, daß löslicher Stickstoff während der Wintermonate versickern konnte, oder aber es sind die Bedingungen für eine schnelle Zersetzung der Gründüngungssubstanz in den Gefäßen günstiger gewesen als auf den Parzellen. Die größere Erwärmung, welche der in den Gefäßen enthaltene Boden erleidet, kann die Zersetzung der organischen Substanz vielleicht beschleunigt haben.

Welche von diesen als möglich gedachten Ursachen wird nun die zutreffende sein? Ich habe Grund anzunehmen, daß in dem vorliegenden Fall beide Ursachen gewirkt haben. Wie wir später bei Besprechung der Versuchsreihen 10 und 39 sehen werden, geht die Zersetzung der organischen Substanz in den Vegetationsgefäßen etwas schneller vor sich als auf den weniger stark sich erwärmenden Bodenparzellen. Zugleich aber werden wir sehen, daß der Unterschied nicht bedeutend und bei weitem nicht so groß ist als die obigen Zahlen-

differenzen es glauben machen könnten. Es muß also angenommen werden, daß auch die zweite der als möglich gedachten Ursachen hier wirksam gewesen ist; es muß innerhalb desjenigen Zeitabschnittes, der zwischen dem Einbringen der Grünsubstanz und der beginnenden Vegetation der Hauptfrucht liegt, ein Theil des Gründüngungsstickstoffs in Salpetersäure übergegangen und in dieser Form ausgewaschen worden sein. Ich füge zur Bestätigung dieser Annahme bei, daß wir besonders dann eine erheblich geringere Wirkung des Gründüngungsstickstoffs auf den Parzellen beobachteten, wenn der Spätherbst und Winter relativ warm waren.

Es sei jetzt die weitere der oben erwähnten Fragen besprochen, die Frage: Wie kommt es, daß die geringeren dem Senf gegebenen Stickstoffdüngungen erheblich schlechter ausgenutzt worden sind als die stärkeren? Nicht leicht scheint es zu sein, eine Antwort auf diese Frage zu finden.

Wenn man Pflanzen direct mit steigenden Mengen von Salpeterstickstoff düngt, den Salpeterstickstoff also nicht erst in organischen Stickstoff überführt, so findet man, daß in der Regel die geringeren Düngungen etwas besser ausgenutzt werden als die stärkeren, und das ist auch ganz erklärlich, denn je mehr man sich einer Ueberschußdüngung nähert, um so schwieriger muß es ja der Pflanze werden, allen ihr dargebotenen Stickstoff vollständig aufzuzehren und zu verarbeiten.

Beispiele dafür, daß die schwächeren Salpeterdüngungen vollständiger ausgenutzt werden als die stärkeren, liefern unsere Versuche ja in großer Menge, ich will zur Probe hier nur die folgende Reihe*) anführen.

Von je 100 Theilen des in der Düngung gegebenen Stickstoffs wurden in der Ernte (Sommerroggen) zurückerhalten:

bei einer Düngung von	0,5	g	Salpeterstickstoff:	86	Theile	Stickstoff
" " " "	0,75	"	"	77	"	"
" " " "	1,00	"	"	72	"	"

*) Aus Versuchsreihe 27.

bei einer Düngung von	0,5 g	Ammoniakstickst.:	74 Theile Stickstoff.
" " " "	0,75 "	"	69 " "
" " " "	1,00 "	"	67 " "

Nun aber liegt uns bei den Versuchsreihen 30a, 31a und 31b der umgekehrte Fall vor: die geringere dem Gründüngungssenf gegebene Stickstoffdüngung ist schlechter durch die auf den Senf folgende Hauptfrucht ausgenutzt worden als die stärkere Düngung.

Von je 100 Theilen dem Gründüngungssenf gegebenen Salpeterstickstoffs wurden in der Ernte der Hauptfrüchte (Sommerweizen und Hafer) die folgenden Mengen zurückerhalten:

		Versuchsreihe 31a.	Versuchsreihe 31b.
bei einer Düngung von	0,5 g Stickst.:	35 Th. Stickst.	21 Th. Stickst.
" " " "	1,0 " "	35 " "	29 " "
" " " "	1,5 " "	43 " "	33 " "
" " " "	2,0 " "	47 " "	36 " "

Wie soll man dies erklären?

Ich glaube, die Erklärung liegt in folgendem Umstande. Die mit 0,5 g Stickstoff gedüngten Senfpflanzen haben in Folge des zeitiger eingetretenen Stickstoffhungers erheblich früher aufgehört zu wachsen, und der Proceß der Verholzung ist bei ihnen früher eingetreten als bei den mit 2 g Stickstoff gedüngten. Eine stärker verholzte Substanz aber zersetzt sich langsamer im Boden als eine weniger verholzte, und so ist es ganz natürlich, daß die dem Gründüngungssenf gegebenen geringeren Stickstoffdüngungen schlechter durch die Hauptfrucht ausgenutzt worden sind als die stärkeren.

Hiermit im Zusammenhang steht auch die Differenz in der Ausnutzung der Stickstoffdüngung, wie es sich bei den oben aufgeführten Zahlen der Reihe 31a einerseits und der Reihe 31b andererseits zeigt. Die Reihe a hat im Mittel eine Ausnutzung von 40%, die Reihe b dagegen eine mittlere Ausnutzung von nur 30% ergeben. Die Erklärung hierfür liegt in dem Umstande, daß bei der Reihe a der Senf während der kälteren Monate September bis Ende November, bei der Reihe b

dagegen während der wärmeren Monate August bis Ende September vegetirte, im ersteren Fall also eine weniger verholzte, sich schneller zersetzende, im letzteren Fall eine stärker verholzte, sich langsamer zersetzende Gründüngungssubstanz gebildet wurde.

Ich gehe jetzt zur Besprechung weiterer Fragen über.

16. Ist es wahr, daß die Salpeterdüngung eine Luxusaufnahme von Phosphorsäure und Kali veranlaßt und die Fruchtbarkeit des Bodens dadurch vermindert?

Wenngleich die Meinung, daß der Chilisalpeter den Boden sehr erschöpfe, die Nachfrüchte schlecht gedeihen und die Rentabilität der Salpeterdüngung dadurch eine problematische werde, nur noch selten auftaucht, so scheint es mir doch nothwendig zu sein, den Irrthum, welcher in dieser Meinung liegt, hier zu berichtigen und die thatsächlichen Verhältnisse durch neue Forschungsergebnisse klarzulegen.

Zunächst sei das Folgende bemerkt.

Wenn durch eine Düngung von 100 Kilo Chilisalpeter der Ertrag des Ackers um etwa 300 Kilo Haferkörner und 500 Kilo Haferstroh vermehrt wird, so sind in diesem Mehrertrag rund **10 Kilo Kali** und **3½ Kilo Phosphorsäure** enthalten, und um diese Mengen wird der Boden durch die Salpeterdüngung natürlich ärmer, falls man dieselben dem Acker nicht ersetzt. Es ist ganz selbstverständlich, daß höhere Erträge dem Boden auch entsprechend höhere Nährstoffmengen entziehen, und daß die Frage, welche Stoffe und in welchen Mengen man dieselben ersetzen muß, um die Fruchtbarkeit des Bodens dauernd zu erhalten, um so mehr an Bedeutung gewinnt, je höhere Ernten man erzielt. Dem Chilisalpeter aber einen Vorwurf daraus machen zu wollen, daß er im Boden ruhende Nährstoffe in Pflanzensubstanz überführt, würde wohl recht unlogisch sein, denn von dem im Boden und Dünger zur

Verfügung stehenden Rohmaterial möglichst viel in Ernteproducte umzuwandeln, ist ja doch der Zweck des Ackerbaues.

Aber dies ist es auch eigentlich nicht, was man -- wenigstens von verständiger Seite — dem Chilisalpeter vorgeworfen und unter „Ausraubung" des Bodens durch Salpeterdüngung verstanden hat. Man hat vielmehr gemeint, der Chilisalpeter wirke zugleich lösend auf die im Boden enthaltenen Nährstoffe, in Folge dessen die Pflanze veranlaßt werde, mehr Phosphorsäure und mehr Kali aus dem Boden aufzunehmen, als sie zur Production der erzielten Erntemasse eigentlich nöthig habe. Man fürchtet also, die Pflanze könne eine Luxusconsumtion an Phosphorsäure und Kali treiben, wenn diese Nährstoffe ihr durch den Einfluß des Salpeters in eine so bequem aufnehmbare Form gebracht würden. 100 Kilo Haferkörner — so fürchtet man — könnten, wenn sie unter dem Einfluß einer Salpeterdüngung entstanden seien, vielleicht mehr Phosphorsäure und mehr Kali enthalten, als wenn man sie ohne Salpeterdüngung gewonnen habe. Wäre dies der Fall, so würde der Boden ja allerdings durch Salpeterdüngung stärker ausgeraubt werden, als es zur Production des zu bewirkenden Mehrertrags nothwendig wäre, und man hätte alle Ursache, diesen Umstand bei der Beurtheilung der Rentabilität der Salpeterdüngung in Rücksicht zu ziehen.

Nun ist dies aber nicht nur ganz und gar unrichtig, sondern — wie man es bei Düngungsfragen ja schon mehrfach erlebt hat — es ist das gerade Gegentheil der Fall.

In seiner mehrfach citirten Schrift hat schon Dr. Stutzer aus Versuchen von Emmerling und Loges, sowie von Beseler und Märcker gezeigt, daß die nach Salpeterdüngung erhaltenen Ernteproducte (Gerste und Hafer) nicht procentisch reicher an Kali und Phosphorsäure waren als die bei ungedüngt erhaltenen. Letztere enthielten sogar noch etwas mehr Phosphorsäure und Kali als die unter dem Einfluß von Salpeterstickstoff erzielten, doch war diese Differenz in Ansehung der geringen Genauigkeit und Sicherheit, welche

die bei Feldversuchen erhaltenen Resultate bieten, zu gering, um weitere Schlüsse daraus zu ziehen.

Ich habe nun aber bei einer Reihe von uns ausgeführter genauer Versuche das zuverlässige Ergebniß erhalten, daß in der That die auf ungedüngter Parzelle wachsenden Pflanzen dem Boden verhältnißmäßig mehr Phosphorsäure zu entziehen vermögen als die mit Salpeter gedüngten.

Die Resultate unserer Versuche sind die folgenden:

	Haferkörner		Haferstroh	
	Phosphorsäure	Kali	Phosphorsäure	Kali
	%	%	%	%
ungedüngt	1,24	0,77	0,53	2,32
mit Stickst. gedüngt in Form von:				
Chilisalpeter	1,24	0,78	0,17	1,93
schwefelsaurem Ammoniak	1,23	0,78	0,17	2,51
kohlensaurem Ammoniak .	1,23	0,75	0,17	2,43
salpetersaurem Ammoniak	1,22	0,77	0,17	2,46.

Aus diesen Zahlen ersieht man, daß bei den Haferkörnern der procentische Kali- und Phosphorsäuregehalt überall der gleiche geblieben ist, die Pflanzen mochten mit Chilisalpeter oder mit schwefelsaurem, kohlensaurem oder salpetersaurem Ammoniak gedüngt sein. Auch beim Haferstroh ergiebt sich vollkommene Uebereinstimmung bis auf zwei Ausnahmen:

a, bei ungedüngt ist der Phosphorsäuregehalt des Strohes dreimal so hoch gewesen als bei Stickstoffdüngung,

b, bei Salpeterdüngung ist der Kaligehalt des Strohes um $^1/_4$ geringer gewesen als bei ungedüngt und den übrigen Stickstoffsalzen.

Es ergeben sich hieraus die folgenden Fragen:

1. Wie ist es zu erklären, daß der Phosphorsäuregehalt des Strohes bei ungedüngt dreimal so hoch gewesen ist als bei Stickstoffdüngung?

Antwort: Die nicht mit Stickstoff gedüngten Pflanzen haben die aus dem Boden aufgenommene Phosphorsäure nicht in ganzer Menge zur Produktion von Pflanzensubstanz verwenden können, weil es ihnen an Stickstoff gefehlt hat. Sie

haben die Phosphorsäure — wahrscheinlich in Verbindung mit Kalk — in ihren Blättern und Halmen zur Ablagerung gebracht, haben alsdann neue Phosphorsäure aus dem Boden aufgenommen, diese wieder zur Ablagerung gebracht und so fort, woraus eine Anreicherung von Phosphorsäure entstanden ist.

2. Woher kommt es, daß nicht in gleicher Weise auch eine Ansammlung von Kali im Stroh entstanden ist, denn auch für dieses mußte ja die nicht mit Stickstoff gedüngte Pflanze eine geringere Verwendung gehabt haben?

Antwort: Die Kalisalze sind löslich, daher konnte kein Kali zur Ablagerung kommen; das Kali blieb im Pflanzensaft gelöst, der letztere blieb also mit Kali gesättigt, und es hatte die Pflanze mithin auch keine Veranlassung, neue Kalimengen aus dem Boden aufzunehmen.

3. Wie kommt es, daß bei Düngung mit Chilisalpeter der Kaligehalt des Strohes ein geringerer gewesen ist?

Antwort: Ich weiß es nicht. Möglicherweise ist die Pflanze durch das viele Natron des Chilisalpeters veranlaßt worden, viel Natron aufzunehmen und in Folge dessen etwas weniger Kali zu verbrauchen*).

4. Wie ist es zu erklären, daß ein bedeutend gesteigerter Phosphorsäuregehalt nur im Stroh der ungedüngten Haferpflanze zu finden gewesen ist und nicht auch in den Körnern?

Antwort: Weil, wie man wohl annehmen muß, die Phosphorsäure in unlöslicher Verbindung in der Haferpflanze zur Ablagerung gekommen ist, in die Körner aber nur lösliche bezw. wanderungsfähige Stoffe gelangen können. —

Man ersieht also aus obigen Resultaten, daß die mit Chilisalpeter gedüngte Pflanze nicht zu einer Luxusaufnahme von Phosphorsäure und Kali veranlaßt worden ist, daß vielmehr die ungedüngte ein an Phosphorsäure reicheres Stroh geliefert hat. Erstere verarbeitet die aufgenommene Phosphorsäure sofort zu Pflanzensubstanz, während die letztere sie als nicht verwendbares Material in sich liegen und ansammeln läßt.

*) Näheres hierüber wird weiter unten folgen.

Es ergiebt sich hieraus wiederum die Thatsache, daß die der Pflanze dargebotene und von letzterer aufgenommene Phosphorsäure nur durch genügende Stickstoffbeigabe zu voller Wirkung kommen kann.

17. Sind Verhältnisse denkbar, unter welchen eine Salpeterdüngung den Stickstoffgehalt des Bodens erschöpft?

Diese Frage scheint keinen rechten Sinn zu haben. Daß die Salpeterdüngung, eine **Stickstoff**düngung also, den **Stickstoff**gehalt des Bodens erschöpfen soll, ist doch nicht denkbar, und es ist auch wohl nicht bekannt, daß jemals an die Möglichkeit einer solchen Wirkung der Salpeterdüngung gedacht worden ist. Düngt man einen Boden mit Stickstoff, und erntet man die auf solchem Boden gewachsenen Pflanzen, so werden diese Pflanzen dadurch, daß sie ein üppigeres Wurzelsystem gebildet, vielleicht auch noch etwas Salpeterstickstoff im Boden zurückgelassen haben, den Boden wohl **reicher** an Stickstoff hinterlassen können, nicht aber **ärmer** an Stickstoff.

Aber dennoch — wir wollen uns die Sache einmal näher überlegen.

Gesetzt, wir bauen auf einem Acker von 1 Hektar Größe eine Kulturpflanze, welche von der Einsaat bis zur Ernte eine Vegetationsdauer von etwa 120 Tagen hat. Der Boden — so wollen wir annehmen — ist reich an Humus, und durch Zersetzung des Humus wird täglich 1 Kilo Stickstoff löslich. Täglich 1 Kilo, das macht in 120 Tagen 120 Kilo Stickstoff. Nun frage ich: Wird die Kulturpflanze sämmtliche 120 Kilo Stickstoff während der Zeit ihrer Vegetation aus dem Boden aufnehmen und zu Pflanzensubstanz verarbeiten können? Nein. Es wird ein Theil des löslichen Stickstoffs im Boden verbleiben, denn

die Aufnahmefähigkeit der Pflanzen für Stickstoff ist keine während der ganzen Dauer ihrer Vegetation sich gleich bleibende. Wenn die Pflanzen während der ersten 60 Tage ihrer Vegetation vielleicht sämmtlichen innerhalb dieses Zeitabschnittes löslich werdenden Stickstoff, also sämmtliche 60 Kilo, aufnimmt und verarbeitet, so wird sie während der zweiten 60 Tage nur noch etwa 20 Kilo Stickstoff aufnehmen können, und die übrigen 40 Kilo, welche während dieser Zeit noch löslich werden, im Boden zurücklassen; denn wenn die Pflanze sich der Zeit der Blüthe genähert hat, so wird die Fähigkeit, Stickstoff aufzunehmen und zu verarbeiten, von Tag zu Tag geringer und hört zuletzt ganz auf.

Also halten wir es einmal fest:

Der Boden liefert pro Tag 1 Kilo Stickstoff, das macht in 60 Tagen 60 Kilo und in weiteren 60 Tagen nochmals 60 Kilo. Die ersten 60 Kilo verarbeitet die Pflanze vollständig, von den zweiten 60 Kilo vermag sie nur 20 Kilo aufzunehmen, und es bleiben mithin 40 Kilo löslichen Stickstoffs im Boden zurück. Nun nehme ich an, wir hätten die Pflanze nicht auf eine Verarbeitung des aus dem Bodenvorrath allmählich löslich werdenden Stickstoffs sich beschränken lassen, sondern wir hätten den Boden noch mit etwa 60 Kilo Salpeterstickstoff gedüngt. Was würde alsdann geschehen sein? Antwort: Dann würden die Pflanzen — falls genügend Platz, auch genügend Kali, genügend Phosphorsäure, Kalk, Wasser 2c. vorhanden gewesen wären, und dies wollen wir einmal annehmen —, die 60 Kilo Salpeterstickstoff sammt den 60 Kilo Bodenstickstoff während der ersten 60 Tage ihrer Vegetationszeit aufgenommen und zu Pflanzensubstanz verarbeitet haben, es würde daraus die doppelte Pflanzenmasse entstanden sein. Diese doppelte Anzahl von Blättern und Halmen aber hätte dann von den 60 Kilo Stickstoff, welche während der zweiten 60 Tage im Boden löslich geworden wären, nicht 20, sondern vielleicht 40 Kilo verarbeiten können, und es wären mithin nicht 40, sondern nur 20 Kilo löslichen Stickstoffs im Boden verblieben.

Das Endresultat also wäre gewesen: Die Salpeterdüngung hat die Erschöpfung des Bodens an Stickstoff **vermehrt**; die mit Stickstoff gedüngten Pflanzen haben einen an Stickstoff **ärmeren** Boden hinterlassen als die nicht mit Stickstoff gedüngten!

So wenig Sinn also die Frage auf den ersten Blick hatte, die Frage, ob mit Stickstoff gedüngte Pflanzen den Boden stärker an Stickstoff erschöpfen können als die nicht mit Stickstoff gedüngten — so ist sie doch keineswegs als eine sinnlose zu bezeichnen, und wir wollen prüfen, ob thatsächlich Verhältnisse vorkommen können, welche unserm vorstehenden Beispiel entsprechen.

Die Versuchsreihe 34a giebt uns hierüber Aufschluß.

Auf 90 Bodenparzellen wurden Versuche über die Frage der Stickstoffausnutzung ausgeführt, und es wurden die Parzellen gedüngt:

1) nicht mit Stickstoff,
2) mit 3 g „
3) „ 6 „ „

Diese Parzellen mußten nach ihrer Aberntung ein geeignetes Material bieten zur Prüfung der in Rede stehenden Frage. War es richtig, daß die mit Stickstoff gedüngten Pflanzen unserer obigen Auseinandersetzung gemäß den Boden stärker an Stickstoff berauben als die nicht mit Stickstoff gedüngten, so mußte Parzelle 1 nach geschehener Aberntung am reichsten an löslichem Stickstoff, Parzelle 2 ärmer und Parzelle 3 noch ärmer an Stickstoff sein. Wie aber konnte man dies prüfen? Durch Ausführung einer chemischen Analyse? Nein, die Methode der Stickstoffbestimmung wäre für diesen Fall nicht genau genug gewesen. Viel zuverlässiger und exacter läßt sich die Prüfung durch Pflanzen ausführen. War Parzelle 1 reicher an löslichem Stickstoff als 2 und 3, so mußte eine für löslichen Stickstoff sehr empfängliche Pflanze, beispielsweise weißer Senf, sich auf Parzelle 1 schneller und üppiger entwickeln als auf 2 und 3.

Wir wählten diese Art der Prüfung und besäeten sogleich nach Aberntung der Pflanzen die Parzellen, ohne eine Düngung vorzunehmen, mit weißem Senf. Der Senf wurde am 18. October geschnitten, die Trockensubstanz und der geerntete Stickstoff bestimmt. Die Resultate dieser Versuche finden sich in der Tabelle 3, Versuchsreihe 34a, zusammengestellt.

Sehen wir uns dieselben an.

1. Auf den mit Weizen bestellt gewesenen Parzellen erhielten wir:

Weizenparzellen,	Trockensubstanz an Senf g	enthaltend Stickstoff g
a, **nicht** mit Stickstoff gedüngt gewesen:	24,7	0,568
b, mit 3 g „ „ „	8,9	0,281
c, „ 6 „ „ „ „	7,3	0,215.

Diese Resultate stimmen also mit unseren obigen Darlegungen vollkommen überein.

2. Erheblich früher als der Weizen hört bekanntlich die Gerste auf, Stickstoff dem Boden zu entnehmen und zu verarbeiten. Ist aber dies der Fall, so muß die Gerste einen an Stickstoff reicheren Boden hinterlassen als der Weizen.

Auch dies bestätigen unsere Resultate, denn die Parzellen, welche Gerste getragen hatten, lieferten:

Gersteparzellen,	Trockensubstanz an Senf g	enthaltend Stickstoff g
a, **nicht** mit Stickstoff gedüngt gewesen:	32,9	0,776
b, mit 3 g „ „ „	24,1	0,677
c, „ 6 „ „ „ „	8,9	0,293.

3. Erheblich später als der Weizen hören bekanntlich der Hafer und die Möhren auf, Stickstoff dem Boden zu entnehmen und zu verarbeiten. Ist aber dies der Fall, so müssen Hafer und Möhren einen an Stickstoff ärmeren Boden hinterlassen als der Weizen.

Auch dies bestätigen unsere Resultate, denn die Parzellen, welche Hafer und Möhren getragen hatten, lieferten:

	Trockensubstanz an Senf	enthaltend Stickstoff
	g	g
a, **Haferparzellen, nicht** mit Stickst. geb. gewesen:	9,1	0,281
b, „ mit 3 g „ „ „	2,1	0,059
c, „ „ 6 „ „ „ „	4,6	0,132
d, **Möhrenparzellen, nicht** mit „ „ „	3,1	0,086
e, „ mit 3 g „ „ „	2,5	0,078
f, „ „ 6 „ „ „ „	2,6	0,080.

4. Anders als der Hafer, der Weizen, die Gerste und die Möhren verhalten sich die Leguminosen. Nehmen zwar auch die Leguminosen den im Boden ihnen gebotenen löslichen Stickstoff auf, so nehmen sie außerdem doch noch weit mehr Stickstoff aus der atmosphärischen Luft, und in ihren stickstoffreichen, leicht zersetzbaren Wurzelrückständen hinterlassen sie dem Boden schließlich mehr Stickstoff, als sie ihm entzogen haben. Ist aber dies der Fall und hat außerdem die steigende Stickstoffdüngung fördernd auf die Entwickelung der Leguminosen gewirkt*), so werden die mit Stickstoff gedüngt gewesenen Leguminosenparzellen im Gegensatz zu den mit Nichtleguminosen bestellt gewesenen einen stickstoffreicheren Boden hinterlassen als diejenigen, welche keine Stickstoffdüngung erhalten haben.

Auch dies bestätigen die Resultate unserer Versuche, denn die Parzellen, welche Buschbohnen und Pferdebohnen getragen hatten, lieferten:

	Trockensubstanz an Senf	enthaltend Stickstoff
	g	g
a, Buschbohnenparz. **nicht** mit Stickst. geb. gewesen:	15,2	0,464
b, „ mit 3 g „ „ „	17,0	0,541
c, „ „ 6 „ „ „ „	17,5	0,530
a, Pferdebohnenparz. **nicht** mit „ „ „	12,8	0,410
b, „ mit 3 g „ „ „	14,7	0,494
c, „ „ 6 „ „ „ „	16,0	0,530.

5. Um schließlich noch den directen Nachweis zu erbringen, daß es thatsächlich die Stickstofferschöpfung war, welche auf den mit Stickstoff gedüngt gewesenen Parzellen den geringeren

*) Siehe hierüber S. 80.

Ertrag an Senf zur Ursache hatte, wurde von den drei Parallelparzellen, welche für Gerste mit 6 g Stickstoff gedüngt gewesen waren, die eine nach Aberntung der Gerste mit 2,5 g Salpeterstickstoff gedüngt. Diese Parzelle ergab denn auch **21,6** g Trockensubstanz an Senf mit einem Gehalt von 1,08 g Stickstoff, während die beiden übrigen Parallelparzellen nur **8,9** g Senfsubstanz mit 0,293 g Stickstoff lieferten, woraus man also unzweifelhaft ersieht, daß es thatsächlich die **Stickstoff**erschöpfung des Bodens gewesen ist, welche die geringeren Senferträge auf den zur Vorfrucht mit Stickstoff gedüngt gewesenen Parzellen bewirkt hat.

Diese fünf Resultate haben nun wohl auf das deutlichste den Beweis geliefert, daß in der That die in der Ueberschrift dieses Abschnitts gestellte Frage mit „ja" beantwortet werden muß, und eine Erklärung für das scheinbar Paradoxe der von uns nachgewiesenen Thatsache habe ich in dem Eingangs dargelegten Beispiel bereits gegeben.

Ein mit Stickstoffsalz gedüngt gewesener Boden ist — falls die Stickstoffdüngung keine im **Ueberschuß** gegebene war — nach Aberntung der auf die Stickstoffdüngung gefolgten Kulturpflanze **ärmer** an löslichem Stickstoff als ein nicht mit Stickstoffsalz gedüngt gewesener. Eine Salpeterdüngung bringt die Pflanzen während der ersten Stadien ihrer Vegetation zu üppiger Entwickelung, und die üppiger entwickelten Pflanzen vermögen den Bodenstickstoff vollkommener auszunutzen als die weniger entwickelten. Dies wird stets da zutreffen, wo der Boden bei Beginn der Vegetation relativ arm an löslichem Stickstoff ist und wo keine übermäßigen, sondern relativ schwache Salpeterdüngungen gegeben werden.

Zahlreiche in der Praxis beobachtete und bisher nicht genügend geklärte, oft auch ganz unrichtig gedeutete Erscheinungen stehen hiermit in Zusammenhang.

Geringe Salpeterdüngungen, Düngungen selbst von nur 1 bis $1^1/_2$ Centner per Hektar haben nicht selten Ertragssteigerungen erbracht, welche über die aus dem verabreichten Salpeterquantum

zu erzeugenden Mehrerträge erheblich hinausgegangen sind, und es hat sich mitunter gezeigt, daß geringere Stickstoffdüngungen selbst da eine relativ höhere Ertragssteigerung im Verhältniß zu stärkeren Düngungen erbracht haben, wo nicht nur die geringeren, sondern auch die stärkeren Stickstoffdüngungen so vollständig von den Pflanzen verarbeitet wurden, daß überall deutlicher Stickstoffhunger eintrat. Diese Erscheinungen erklären sich ganz einfach aus der Thatsache, daß Salpeterdüngungen unter Umständen zugleich eine höhere Ausnutzung des **Boden**stickstoffs bewirken, und daß diese Wirkung schon durch relativ geringe Stickstoffdüngungen vollkommen erreicht werden kann, mithin bei geringeren Düngungen in der Regel sichtbarer zum Ausdruck kommt als bei stärkeren.

Doch nicht immer trifft diese Regel zu. Ist der Boden zeitweise so arm an löslichem Stickstoff, daß eine geringe Stickstoffdüngung noch nicht ausreicht, die Pflanzen so weit zu entwickeln, daß sie die später ihnen reichlich fließende Stickstoffquelle des Bodens voll auszunutzen vermögen, so kann umgekehrt auch eine stärkere Salpeterdüngung relativ ergiebiger sein als eine geringere.

Man hat in der Praxis mit dem Umstande zu rechnen, daß der Kulturboden bei gleichbleibendem Vorrath an organischem Stickstoff je nach Jahreszeit, Witterung und Fruchtfolge einen sehr verschiedenen Gehalt an löslichem, an zur Zeit disponibelem Stickstoff aufweist. Pflanzen, welche relativ früh aufhören, dem Boden Stickstoff zu entziehen, wie beispielsweise die Gerste, der Raps, der Rübsen, die Frühkartoffeln ꝛc., hinterlassen dem etwa folgenden Wintergetreide einen an löslichem Stickstoff reicheren und für die Herbstentwickelung der Wintersaat günstigeren Boden als später reifende Pflanzen wie Hafer, Spätkartoffeln, Rüben, Carotten ꝛc. Diesem Umstande muß man durch geeignete Stickstoffdüngung Rechnung tragen. Man muß das auf eine spät reifende Vorfrucht folgende Wintergetreide im Herbst mit etwas Chilisalpeter oder Ammoniaksalz düngen, während das auf eine frühreifende Vorfrucht folgende

Getreide in der Regel genügend löslichen Stickstoff vorfindet, um zu einer kräftigen Herbstentwickelung zu gelangen. Je reicher der Boden an organischem Stickstoff und je ärmer er zur Zeit der Einsaat an löslichem Stickstoff ist, um so mehr wird man den Schwerpunkt einer Düngung mit Stickstoffsalzen auf die Anfangsentwickelung der Pflanzen legen, um so mehr wird man dafür zu sorgen haben, daß unter Beihülfe von zeitig gegebenen Stickstoffsalzen kräftige Pflanzen entstehen, welche fähig sind, die zur Zeit der Einsaat nur schwach fließende, später aber, wenn größere Wärme die Zersetzung des Bodenstickstoffs fördert, reichlicher zur Verfügung stehende Stickstoffquelle des Bodens voll auszunutzen.

Die meist auf sehr unklaren Vorstellungen beruhenden Aussprüche, welchen man in der Praxis mitunter begegnet, wie beispielsweise die Klagen darüber, daß nach einer mit Salpeter gedüngt gewesenen Vorfrucht die Herbstentwickelung des Getreides keine gute sei, die Klagen ferner, daß die auf Raps, Rübsen, Gerste, Frühkartoffeln folgende Winterfrucht zwar im Herbst sich besser entwickele als die auf Hafer, Spätkartoffeln, Rüben, Carotten ꝛc. folgende, die gute Entwickelung aber nicht anhalte und man im Frühjahr doch zum Salpeter greifen müsse, um nicht nur viel Stroh, sondern auch eine genügende Körnerernte zu erhalten — ich glaube, daß derartige, auf vollkommen richtigen Beobachtungen beruhende Aussprüche des Practikers in obigen Darlegungen und Nachweisen eine befriedigende Klarstellung gefunden haben.

Ich gehe nun zu einer mit den vorstehenden Ausführungen in Verbindung stehenden Frage über, welche lautet:

18. Sind Verhältnisse denkbar, unter welchen die Salpeterdüngung einen verminderten Stickstoffgehalt des Ernteproductes zur Folge hat?

Diese Frage scheint auf den ersten Blick gerade so sinnlos zu sein wie die im voraufgegangenen Abschnitt besprochene. Wenn

man mit Chilisalpeter düngt, wenn man den Pflanzen also eine stickstoffreichere Nahrung zur Verfügung stellt, als der ungedüngte Boden sie ihnen bietet, so kann doch wohl nur ein stickstoff**reicheres** Ernteproduct daraus entstehen und kein stickstoff**ärmeres**! Die Annahme, daß die Stickstoffdüngung einen **verminderten** Stickstoffgehalt der Ernteproducte zur Folge haben könnte, ist doch wohl gegen alle Logik!

Und doch dürfen wir die Frage gelten lassen, denn wir werden finden, daß wir sie **bejahen** müssen.

Die Prüfung wird schnell erledigt sein. Wir brauchen nur auf das im voraufgegangenen Kapitel Gesagte zu blicken und die Consequenzen daraus zu ziehen.

Hungert die Pflanze im Anfang ihrer Vegetation nach Stickstoff und bildet sie sich in Folge dessen so schlecht aus, daß sie nicht imstande ist, von dem später in relativ reichlicher Menge ihr gebotenen löslichen Bodenstickstoff viel zu verarbeiten, so nimmt sie einen Theil dieses Bodenstickstoffs auf, **ohne** ihn zu größtmöglicher Menge von Pflanzensubstanz zu verarbeiten, sie wandelt ihn nur um in Proteïn, und es entsteht ein mit Proteïn angereichertes, also ein stickstoff**reiches** Ernteproduct. Hat man die Pflanze dagegen mit Salpeter gedüngt, hungert sie während der ersten Zeit ihrer Vegetation nicht nach Stickstoff, bestockt sie sich kräftig, bildet sie sich üppig aus und erlangt sie dadurch die Fähigkeit, von dem ihr gebotenen löslichen Bodenstickstoff auch noch in vorgeschrittenem Entwickelungsstadium viel zu verarbeiten, den Stickstoff nicht nur in Proteïn umzuwandeln, sondern auch die größtmögliche Menge von Stroh und Körnern aus dem Proteïn zu bilden, so entsteht eine **nicht** mit Proteïn angereicherte Erntesubstanz, ein relativ stickstoff**ärmeres** Product als ohne Salpeterdüngung.

Damit aber wären wir zu der auf den ersten Blick uns so parador erschienenen Annahme geführt, daß Verhältnisse denkbar sind, unter welchen die Stickstoffdüngung einen **verminderten** Stickstoffgehalt des Ernteproductes zur Folge haben kann.

Zur Bestätigung der Richtigkeit dieser Annahme führe ich die folgenden Ergebnisse unserer Versuche an.

Versuchspflanze.	Stickstoff in je 100 g Trockensubstanz.				Versuchsreihe.
	Stroh (bezw. Kraut) g		Körner (bezw. Rüben) g		
	ohne Stickstoffdüngung.	mit Stickstoff gedüngt.	ohne Stickstoffdüngung.	mit Stickstoff gedüngt.	
Hafer . . .	0,30	0,26	1,28	1,27	14
Rübsen . . .	0,61	0,45	3,20	3,10	14
Roggen . .	0,44	0,38	1,91	2,04	7
Senf	0,63	0,36	5,00	4,73	7
Hafer . . .	0,43	0,43	1,44	1,29	34 a
Gerste . . .	0,58	0,54	1,41	1,37	34 a
Hafer . . .	0 48	0,37	1,54	1,40	34 b
Gerste . . .	0,65	0,49	1,46	1,45	34 b
Zuckerrüben .	2,08	1,44	1,01	0,95	34 b
Roggen . .	0,35	0,29	1 58	1,41	17
Hafer . . .	0 38	0,27	1,36	1,23	41 a
Weizen . . .	0,41	0,31	2,09	1,59	41 a
Roggen . .	0,38	0,33	1,74	1,37	41 a
Gerste . . .	0,55	0,50	1,69	1,21	41 a
Rübsen . . .	0,83	0,67	3,48	3,46	41 a
Weizen . . .	0,47	0,26	1,92	1,68	41 b
Roggen . .	0,39	0,31	2,01	1,57	41 b
Roggen . .	0,33	0,29	1,80	1,82	10 a
Weizen . . .	0,45	0,35	2,07	1,58	10 b
Möhren . .	1,31	1,10	0,52	0,48	10 c
Hafer . . .	0,38	0,27	1,36	1,23	39 a

Dies werden der Belege genug sein für eine genügende Begründung der Richtigkeit meiner obigen Ausführungen, und sie werden in genügendem Maße den Beweis geliefert haben, wie durchaus nicht überall zutreffend die (Seite 119 besprochene) Behauptung ist, daß die Salpeterdüngung den Proteïngehalt der Erträge erhöhe.

Ich gehe über zu einer weiteren hiermit ebenfalls in Zusammenhang stehenden Frage:

19. Sind Verhältnisse denkbar, unter welchen die Salpeterdüngung eine reifebeschleunigende Wirkung ausübt?

Reifebeschleunigend — so gilt es als allgemein feststehend — wirkt die Phosphorsäuredüngung; die Salpeterdüngung dagegen tritt dieser Wirkung entgegen, sie **verzögert** die Reife.

Ist dies allgemein richtig? Nein, ich behaupte, daß unter Umständen auch die **Salpeterdüngung reifebeschleunigend** wirken kann.

Und welches sind diese Umstände? Genau dieselben sind es, die wir im voraufgegangenen Kapitel besprochen haben. Wo die Pflanzen im Anfang ihrer Vegetation nach Stickstoff hungern, weil der Boden keinen ausreichenden Vorrath an löslichem Stickstoff bietet, und wo in Folge dessen die Pflanzen sich so ungenügend entwickeln, daß sie den später löslich werdenden Bodenstickstoff nur in geringer Menge aufnehmen und verarbeiten können, da sammelt sich bei Beginn des Reifeprocesses ein Ueberschuß an löslichem Bodenstickstoff an, und dieser überschüssige Bodenstickstoff verzögert den Proceß der Reife.

Wo dagegen mäßig mit Salpeter gedüngt worden ist, und wo in Folge dessen eine so kräftige Pflanzenentwickelung entsteht, daß der später dargebotene lösliche Bodenstickstoff vollständig verbraucht wird, da entsteht kein relativer Ueberschuß an Stickstoffnahrung, und die Pflanzen reifen früher und gleichmäßiger als auf dem nicht mit Stickstoff gedüngten Boden.

Die Salpeterdüngung kann beides bewirken: Reifeverzögerung und Reifebeschleunigung.

Wird die Salpeterdüngung so stark bemessen oder so spät gegeben, daß ein relativ großer Stickstoffüberschuß im

Boden bleibt: so entsteht Reife**verzögerung**. Wird dagegen eine mäßige Salpeterdüngung gegeben, und wird dieselbe sehr früh den Pflanzen geboten, so kann — wie bei unseren oben aufgeführten Versuchen es der Fall gewesen ist — eine **Beschleunigung** des Reifeprocesses eintreten.

Auch in der Praxis hat man dies erfahren, und nicht selten hat man Gelegenheit, zu beobachten, wie ungleichmäßig die Halmgewächse auf einem Acker reifen, der einen dünnen Stand aufweist, der die Pflanzen im Anfang ihrer Vegetation nach Stickstoff hat hungern lassen und dadurch eine ungenügende Bestockung verursacht hat, wie viel gleichmäßiger dagegen der Reifeproceß sich da vollzieht, wo der Acker dicht bestanden ist, wo kräftige Halme und lange Aehren sich gebildet haben.

Ich hebe nochmals hervor, und ich glaube es in den voraufgegangenen Kapiteln genügend nachgewiesen zu haben, wie unrichtig und in große Irrthümer und Verwirrung führend die in Lehrbüchern und populären Schriften so oft sich findenden allgemeinen Behauptungen sind, daß der Chilisalpeter „viel Stroh und wenig Körner" liefere, die Stickstoffdüngung „die Blattentwickelung befördere", „den Reifeproceß verzögere", den „Proteïngehalt vermehre" 2c. Alles das kann ja zutreffen, allein — auch das gerade **Gegentheil** kann vorkommen, und nicht dringend genug kann ich dem Practiker es rathen, sich in die Verhältnisse, unter welchen bald das eine, bald das andere Resultat entsteht, hineinzudenken und Klarheit darin zu gewinnen; denn nur unter dieser Bedingung wird es ihm möglich sein, vollkommen klar und zielbewußt zu handeln, rationell die Stickstoffsalze zu verwenden und die höchstmöglichen Vortheile aus der Stickstoffdüngung zu erzielen.

Nachdem ich nun an der Hand der Salpeterdüngung eine Reihe allgemeiner Stickstoffdüngungsfragen besprochen habe, wende ich mich den übrigen Stickstoffdüngemitteln zu, um ihren

Wirkungswerth mit demjenigen des Chilisalpeters zu vergleichen.

Dem Chilisalpeter steht an Bedeutung sowohl als auch an Wirkung am nächsten das schwefelsaure Ammoniak, dasselbe sei daher zunächst besprochen.

20. Wie wirkt die Ammoniaksalzdüngung im Vergleich zur Salpeterdüngung?

Ueber diese Frage ist bereits viel gearbeitet und noch weit mehr geschrieben worden. Durch zahlreiche Feldversuche hat man das Wirkungsverhältniß zwischen Ammoniakstickstoff und Salpeterstickstoff festzustellen versucht, und es ist auch gelungen, auf diesem Wege zu einigen brauchbaren, wenn auch nur ganz ungefähren Durchschnittszahlen zu gelangen.

Ich führe zunächst die folgende, aus Stutzers Schrift über den Chilisalpeter genommene Zusammenstellung hier an.

Der Ertrag von je 100 Kilo Chilisalpeter hat den Ertrag der entsprechenden Menge Ammoniaksalz (75 Kilo) im Durchschnitt übertroffen um:

Versuchspflanze.	Körner ± Kilo.	Stroh ± Kilo.	Anzahl der zur Berechnung gezogenen Versuche.	Versuchsansteller bezw. Referent der Versuche.
Roggen	+ 63	+ 130	3	Heinrich
	+ 168	+ 168	1	Lott und König
Hafer	+ 361	+ 834	1	Heiden
	+ 0	— 19	5	Lawes u. Gilbert
	— 22	— 120	5	"
	— 45	— 117	4	"
	— 131	— 230	4	"
Weizen	+ 10	+ 71	7	A. Völcker
	— 31	+ 19	7	"
	+ 31	+ 161	33	Lawes u. Gilbert
	+ 27	+ 112	33	"
	+ 69	+ 251	5	Märcker
	+ 42	+ 114	3	W. H. Jordan.

Versuchs-pflanze.	Rüben ± Kilo.	Stroh ± Kilo.	Anzahl der zur Berechnung gezogenen Versuche.	Versuchsansteller bezw. Referent der Versuche.
Gerste	+ 392	—	1	Holdefleiß
	+ 100	—	1	"
	+ 20	+ 123	7	Völcker
	— 23	+ 75	7	"
	+ 43	+ 102	16	Lawes u. Gilbert
	+ 91	+ 163	33	"
	+ 33	+ 53	16	"
Kartoffeln	Knollen			
	+ 251	—	18	Märcker
	+ 209	—	9	Lawes u. Gilbert
	— 53	—	9	"
	— 1300	—	1	Holdefleiß
	— 650	—	1	"
	— 1750	—	1	"
	+ 920	—	1	P. Wagner.
Zuckerrüben	+ 2385	—	3	Lawes u. Gilbert
	+ 1615	—	3	"
	+ 3616	—	1	Drechsler
	+ 920	—	20	Märcker
	+ 1510	—	20	"
	+ 298	—	20	"
	+ 495	—	8	"
	+ 950	—	23	"
	+ 3300	—	1	Holdefleiß
	— 80	—	1	"
	+ 1490	—	1	"
	+ 764	—	5	Deherain
	+ 1500	—	1	Breymann
	+ 375	—	1	Heine
	+ 515	—	27	H. Schultze
	+ 588	—	3	Lawes u. Gilbert
	+ 1133	—	3	"
	+ 2372	—	3	"
Wiesen	Heu			
	+ 179	—	18	Lawes u. Gilbert
	+ 117	—	20	"
Futterrüben	Rüben			
	+ 2090	—	9	Lawes u. Gilbert
	+ 3938	—	9	"
	+ 938	—	9	"
	— 90	—	9	"

Im Mittel hat der Ertrag von je 100 Kilo Chilisalpeter den Ertrag der entsprechenden Menge Ammoniaksalz überstiegen um:

25	Kilo	Weizenkörner
57	„	Gerstekörner
164	„	Kartoffeln
920	„	Zuckerrüben
1739	„	Futterrüben.

Diese Mittelzahlen können selbstverständlich nur einen ganz ungefähren Anhaltspunkt bieten, denn die Einzelresultate, aus welchen sie berechnet sind, weisen die ungeheuerlichsten Differenzen und Widersprüche auf. Sie können nichts anderes, als zeigen, daß im Mittel eine Düngung mit schwefelsaurem Ammoniak geringer gewirkt hat als eine dem Stickstoffgehalt des Ammoniaksalzes entsprechende Salpeterdüngung, und daß insbesondere bei Zuckerrüben und Futterrüben die Minderwirkung eine bedeutendere gewesen ist als bei anderen Kulturpflanzen.

Aufgabe der wissenschaftlichen Forschung ist es, zunächst festzustellen, ob und in welchem Maße das Ammoniaksalz thatsächlich eine geringere Wirkung ausübt als eine dem Stickstoffgehalt desselben entsprechende Salpeterdüngung.

Wir haben diese Aufgabe durch eine größere Anzahl von Versuchsreihen zu lösen versucht, und zwar haben wir diese Versuche größtentheils nicht auf Bodenparzellen, sondern in Gefäßen ausgeführt. Gerade für diese Versuche sind, wie die folgende Ueberlegung es zeigen wird, Bodenparzellen weniger brauchbar.

Gesetzt, man düngt eine Bodenparzelle mit Ammoniakstickstoff, eine danebenliegende mit Salpeterstickstoff, säet die Parzellen etwa mit Weizen ein und wartet ab, wie die Pflanzen sich entwickeln. Ich frage: Wird die Entwickelung der Pflanzen uns alsdann einen zuverlässigen Aufschluß über das Wirkungsverhältniß der beiden Stickstoffformen geben? Nein, wenigstens nicht immer. Der Regen kann die Versuche verderben.

Angenommen, es regnet, nachdem die Parzellen bestellt sind, mehrere Tage lang sehr kräftig. Was wird dann ge-

schehen? Antwort: Der Salpeterstickstoff wird durch den Regen in tiefere Bodenschichten gewaschen, ja, er kann, wenn genug Regen fällt und der Boden genügend durchlässig ist, so tief gewaschen werden, daß die Pflanzenwurzeln ihn nicht mehr erreichen, wogegen der Ammoniakstickstoff, der bekanntlich vom Boden gebunden wird, den Pflanzen zur Verfügung bleibt. Das Endresultat des Versuchs wird in solchem Fall eine Minderwirkung oder gar eine Wirkungslosigkeit des Salpeterstickstoffs sein, während der Ammoniakstickstoff einen erheblichen Mehrertrag erzeugt hat.

Zieht man nun aus diesem Resultat den Schluß, daß der Ammoniakstickstoff eine wirksamere Stickstoffverbindung für die Kulturpflanzen ist als der Salpeterstickstoff, so ist der Schluß natürlich falsch, denn der Salpeter ist einfach fortgelaufen und deshalb hat er nicht gewirkt.

Auch der entgegengesetzte Fall ist denkbar. Das Ammoniak wird — so sagte ich vorhin — vom Boden gebunden, ja, aber die Bindung hört allmählich auf. Das Ammoniak geht, bald schneller, bald langsamer, in die leicht bewegliche Salpetersäure über, und von da ab unterliegt es der Gefahr der Versickerung eben so sehr als der Salpeter.

Denken wir uns nun einen Zeitpunkt, in welchem der Salpeter etwa schon vollständig von der Pflanze verzehrt ist, der Ammoniakstickstoff aber noch zum größten Theil im Proceß einer Umwandlung in Salpetersäure begriffen ist, so wird von jetzt ab der Ammoniakstickstoff der Gefahr einer durch starke Regengüsse zu bewirkenden Versickerung ausgesetzt sein und nicht mehr der Chilisalpeter.

Man sieht hieraus, daß Feldversuche und auch in kleinem Maßstabe ausgeführte Parzellenversuche nicht immer imstande sind, über die in Rede stehende Frage einen zuverlässigen Aufschluß zu geben. Habe ich die Aufgabe, zu prüfen, wie der in Form von schwefelsaurem Ammoniak gegebene Stickstoff im Vergleich zu dem in Form von Chilisalpeter gegebenen wirkt, so muß ich dafür sorgen, daß beide Stickstoffrerbindungen der

Pflanze stets gleich gut erreichbar sind, es darf nicht die eine oder die andere Stickstoffverbindung über kurz oder lang verschwinden und sich der Aufnahme durch die Pflanzenwurzel entziehen. Ein Abfluß in tiefere Bodenschichten muß unmöglich gemacht werden. Die geschlossenen Gefäße bieten deshalb die geeignetste Vorrichtung für diese Versuche, doch haben wir, um andererseits auch den gegen die Gefäße zu machenden Einwürfen zu begegnen, zugleich auch — und zwar unter Anwendung geeigneter Vorsichtsmaßregeln — auf Parzellen eine Anzahl von hierher gehörenden Versuchsreihen ausgeführt.

Im übrigen will ich bezüglich der Ausführung der Versuche nur noch bemerken, daß aus den auf Seite 28 entwickelten Gründen steigende Stickstoffdüngungen gegeben wurden unter Beidüngung von so viel Phosphorsäure und Kali, als zur Erzeugung von Maximalerträgen erforderlich war.

Ich lasse nun eine Zusammenstellung der bei einer Anzahl von Ammoniak- und Salpeter-Düngungsversuchen gewonnenen Verhältnißzahlen folgen und verweise bezüglich der Gewinnung dieser Durchschnittswerthe auf die ausführlichen Tabellen der betreffenden Versuchsreihen.

1. Versuche in Gefäßen.

Kultur-pflanze.	Stickstoffgabe pro Gefäß. g	Setzt man den bei Salpeter-düngung erhaltenen Mehr-ertrag gleich 100, so hat die entsprechende Ammoniak-düngung ergeben: Stroh.	Körner.	Ordnungszahl der Versuchsreihe.
Sommer-roggen	0,295	80	84	17
	0,590	99	95	
Hafer	1,5 / 2,0	93	93	41 a
Weizen	0,75 / 1,50	96	97	"
Roggen	0,75 / 1,50	101	99	"
Gerste	0,75 / 1,50	82	79	"

Kultur-pflanze.	Stickstoffgabe pro Parzelle. g	Setzt man den bei Salpeter-düngung erhaltenen Mehr-ertrag gleich 100, so hat die entsprechende Ammoniak-düngung ergeben: Stroh.	Körner.	Ordnungszahl der Versuchsreihe.
Rübsen	0,75 1,50	90	95	"
Kartoffeln	0,75 1,50	Kraut 82	—	"
Möhren	0,75 1,50	88	Möhren 90	"
Hafer	0,196 0,295 0,393 0,491	Stroh 95	Körner 99	16
Hafer	1,5	92	86	39 a
	2,0	94	98	"
	1,5	85	90	"
		Kraut	Möhren	
Möhren	1,5	102	90	39 b
	2,0	106	95	"
	1,5	104	84	"

2. Versuche auf Parzellen.

		Stroh	Körner	
Hafer	8,48	88	99	3 a
	6,784	86	86	3 b
	5,088	93	81	3 c
Roggen	2,544	76	81	9 a
	5,088	98	84	"
Lein	2,544	69	64	"
	5,088	86	89	"
Rübsen	2,544	103	120	9 b
	5,088	85	94	"
Hafer	2,544	69	74	"
	5,088	73	80	"
Gerste	6,0	87	100	60
Roggen	1,696	93	72	10 a
	3,392	96	91	"
Weizen	1,696	57	65	10 b
	3,392	78	81	"
		Kraut	Möhren	
Möhren	1,696	129	92	10 c
	3,392	89	96	"

Ueberblickt man die vorstehenden Verhältnißzahlen, so findet man das folgende.

1. Die Resultate der Gefäßversuche zeigen (wie man sich davon noch näher durch ein Studium der betreffenden Tabellen überzeugen kann) eine erheblich größere Genauigkeit und Uebereinstimmung als die Parzellenversuche. Es steht dies in Uebereinstimmung mit meinen obigen Darlegungen.

2. Die Gefäßversuche und Parzellenversuche haben übereinstimmend das Resultat ergeben, daß die Wirkung des Salpeterstickstoffs nicht ganz erreicht wird durch die Wirkung einer entsprechenden Ammoniaksalzdüngung. Im Mittel aller in Gefäßen ausgeführten Versuche hat die Wirkung des Ammoniakstickstoffs 91, sagen wir rund **90** betragen, wenn die Wirkung des Salpeterstickstoffs gleich 100 gesetzt wird.

3. Auf die Frage, ob bestimmte Kulturpflanzen sich weniger günstig gegen eine Ammoniakdüngung verhalten als andere, haben die auf Parzellen ausgeführten Versuche keine genügend scharfe Antwort gegeben. Ich wage es nicht, irgend welche Schlüsse in dieser Richtung aus den Resultaten zu ziehen; erst weiter unten werde ich Versuche anführen, welche einen befriedigenden Aufschluß hierüber geben. Unter den Gefäßkulturen dagegen zeigen sich die mit Hafer, Weizen, Roggen und Gerste ausgeführten Versuche der Reihe 41a von genügender Schärfe und Uebereinstimmung, um zu prüfen, ob etwa die eine oder die andere der genannten Pflanzen eine relativ weniger günstige Wirkung des Ammoniakstickstoffs aufweist als die übrigen.

Ich führe die Mittelerträge an Trockensubstanz hier an, welche ich der Tabelle 1 und 2, Versuchsreihe 41a entnehme.

	Differenzdüngung Stickstoff g	Mittelerträge an Trockensubstanz: Stroh g	Körner g	Setzt man den bei Salpeterdüngung erhaltenen Mehrertrag = 100 so hat die entsprechende Ammoniakdüngung ergeben: Stroh	Körner
Hafer	0	10,4	4,5	—	—
Stickstoff gegeben in Form von salpeters. Natron	1,5	111,2	76,8	100	100
	2,0	135,7	96,4		
Stickstoff gegeben in Form von schwefels. Ammoniak	1,5	103,5	67,0	93	93
	2,0	128,0	94,9		
Weizen	0	10,3	4,3	—	—
Stickstoff gegeben in Form von salpeters. Natron	0,75	53,4	24,7	100	100
	1,5	89,0	41,8		
Stickstoff gegeben in Form von schwefels. Ammoniak	0,75	48,2	22,3	96	97
	1,5	89,4	42,7		
Roggen	0	10,1	4,2	—	—
Stickstoff gegeben in Form von salpeters. Natron	0,75	59,5	24,1	100	100
	1,5	85,1	42,5		
Stickstoff gegeben in Form von schwefels. Ammoniak	0,75	55,0	22,3	101	99
	1,5	90,7	43,4		
Gerste	0	6,3	2,6	—	—
Stickstoff gegeben in Form von salpeters. Natron	0,75	44,0	26,7	100	100
	1,5	76,3	43,1		
Stickstoff gegeben in Form von schwefels. Ammoniak	0,75	35,9	21,2	82	79
	1,5	64,7	34,9		

Man sieht aus dieser Zusammenstellung, daß von den vier Cerealien besonders die Gerste es ist, auf welche das

schwefelsaure Ammoniak regelmäßig weniger gut gewirkt hat als auf Hafer, Weizen und Roggen.

Wir würden also zunächst das folgende festgestellt haben:

a. Die Wirkung des schwefelsauren Ammoniaks ist durchschnittlich eine geringere gewesen als die des Chilisalpeters. Selbst unter Verhältnissen, welche für die Wirkung beider Stickstoffsalze gleich günstig gewesen sind, hat der Ammoniakstickstoff nur 90% der Salpeterwirkung erreicht.

b. Auf die Gerste hat der Ammoniakstickstoff unter sonst gleichen Verhältnissen relativ geringer gewirkt als auf Hafer, Weizen und Roggen.

Für diese beiden unter a und b genannten Ergebnisse würden wir nun eine Erklärung zu suchen haben.

Bevor wir sie suchen, dürfte es sich empfehlen, eine im Jahrbuch der Deutschen Landwirthschaftsgesellschaft 1889 erschienene Publication Märcker's über die Ammoniakdüngungsfrage zu untersuchen und dieselbe zu prüfen, ob sie uns einige Anhaltspunkte für den von uns einzuschlagenden Weg der Forschung bietet. Wir wollen dieselbe kurz besprechen.

21. Welche Resultate haben die nach Märcker's Plan von Mitgliedern der Deutschen Landwirthschafts-Gesellschaft ausgeführten Ammoniak- und Salpeterdüngungsversuche ergeben?

Die Versuche wurden im Jahr 1888 nach einem auf Veranlassung der Dünger-(Kainit-)Abtheilung der Deutschen Landwirthschaftsgesellschaft vom Geheimen Regierungsrath Professor Dr. Märcker aufgestellten Plane ausgeführt, die Resultate wurden von Märcker gesammelt und deren Ergebnisse im Jahrbuch der Deutschen Landwirthschaftsgesellschaft 1889 S. 450 bis 466 mitgetheilt.

Der Sommer 1888 war, wie Märcker anführt, „für eine exacte Versuchsanstellung so ungünstig wie nur irgend

denkbar": nasses, spätes Frühjahr, abnorm trockener Sommer und von August ab starke Regenfälle, so daß von 40 Versuchsanstellern nur 29 übrig blieben, deren (auch nur „mit allem Vorbehalt" mitgetheilte) Resultate discutirt werden konnten.

Dem Versuchsplan nach waren zwei Fragen zu prüfen:

1. Welchen Einfluß übt der Kalk auf die Düngewirkung des schwefelsauren Ammoniaks?

2. Wie wirkt der Ammoniakstickstoff im Vergleich zum Salpeterstickstoff?

Ich habe aus den von Märcker mitgetheilten Tabellen die mittleren Mehrerträge berechnet und lasse dieselben in einer Zusammenstellung hier folgen, wie sie mir am kürzesten und übersichtlichsten erscheint.

1. Ergebnisse der Versuche über den Einfluß des Kalks auf die Düngewirkung des schwefelsauren Ammoniaks.

Die nachstehenden Zahlen sind die Mittel aus je 3 (in verschiedenen Wirthschaften ausgeführten) Versuchen mit Gerste und Hafer, 2 Versuchen mit Winterroggen, 5 Versuchen mit Kartoffeln und je 1 Versuch mit Zuckerrüben, Futterrüben und Sommerweizen. Von jedem Versuch liegen 2 Parallelversuche vor.

Die Versuche wurden einerseits auf nicht gekalktem, andererseits auf gekalktem Boden (alle Parzellen mit 6 Ctr. gebranntem Kalk oder 10¾ Centner kohlensaurem Kalk pro Morgen) ausgeführt, und die Menge des verwendeten schwefelsauren Ammoniaks betrug 100 Kilo pro Hektar.

Es wurden die folgenden Mehrerträge per Hektar durch die Ammoniakdüngung (im Vergleich zu den nicht mit Ammoniak gedüngten [gekalkten oder nicht gekalkten]) erhalten:

1) bei Gerste auf **nicht** gekalktem Boden	229	Kilo Körner	65	Kilo Stroh
„ „ „ gekalktem Boden	494	„ „	316	„ „
mithin auf gekalktem Boden **mehr**:	265	Kilo Körner und **mehr**:	251	Kilo Stroh
2) bei Hafer auf **nicht** gekalktem Boden	614	„ „	1064	„ „
„ „ „ gekalktem Boden	886	„ „	818	„ „
mithin auf gekalktem Boden **mehr**:	272	Kilo Körner u. **weniger**:	246	Kilo Stroh

3) bei Winterweizen auf **nicht** gekalktem
Boden . . . . 178 Kilo Körner 263 Kilo Stroh
bei Winterweizen auf gekalktem Boden 171 „ „ 167 „ „
mithin auf gekalktem Boden **weniger:** 7 Kilo Körner u. **weniger:** 96 Kilo Stroh

4) bei Kartoffeln auf **nicht** gekalktem Bod. 727 Kilo Knollen
„ „ „ gekalktem Boden 581 „ „
mithin auf gekalktem Boden **weniger:** 146 Kilo Knollen

5) bei Zuckerrüben auf **nicht** gekalktem
Boden . . . . 2217 „ Rüben
bei Zuckerrüben auf gekalktem Boden 2956 „ „
mithin auf gekalktem Boden **mehr:** 739 Kilo Rüben

6) bei Futterrüben auf **nicht** gekalktem
Boden . . . . 5520 „ „
bei Futterrüben auf gekalktem Boden 2960 „ „
mithin auf gekalktem Boden **weniger:** 2560 Kilo Rüben

7) bei Sommerweizen auf **nicht** gekalktem
Boden . . . . — 76 Kilo Körner — 520 Kilo Stroh
bei Sommerweizen auf gekalktem Bod. + 154 „ „ — 415 „ „
mithin auf gekalktem Boden . . . ? Kilo Körner ? Kilo Stroh

Märcker sagt zu diesen Ergebnissen:

„Wie nach den einleitenden Worten zu erwarten war, konnten die unter den ungünstigsten Verhältnissen im Jahre 1888 ausgeführten Versuche abschließende Resultate nicht ergeben, aber es geht doch aus den gewonnenen Erfahrungen so viel hervor, daß die nach den Vorschlägen von Schultz-Lupitz betriebene Anwendung von kohlensaurem Kalk die Ammoniakdüngung unter gewissen Verhältnissen ähnlich wie die Stallmistdüngung in sehr erheblichem Maße zu steigern imstande ist. Ich verwahre mich jedoch ausdrücklich dagegen, daß obige Ausführungen dazu beitragen sollen, den Versuchsresultaten eine größere Tragweite zu geben, als denselben nach der sehr großen Fehlergrenze der 1888er Versuche zukommt."

Es ist der Ansicht Märcker's wohl ohne weiteres beizustimmen, welche dahin geht, daß die gewonnenen Resultate „nicht als abschließende" zu betrachten sind und dieselben keine große Tragweite haben. Aber wir wollen prüfen, ob es überhaupt berechtigt war, aus den Versuchsergebnissen zu folgern, „daß die nach den Vorschlägen von Schultz-Lupitz betriebene Anwendung von kohlensaurem Kalk die Ammoniakdüngung unter

gewissen Verhältnissen ähnlich wie die Stallmistdüngung in sehr erheblichem Maße zu steigern imstande ist“.

Sehen wir uns die Resultate an, so finden wir das Folgende:

1. Bei den Versuchen mit Sommerweizen hat die Ammoniakdüngung überhaupt keine Mehrerträge ergeben und man muß sich fragen, weshalb diese Versuche nicht mit zu jenen 4 Reihen gezählt worden sind, welche Märcker unter den 20 zur Verfügung stehenden „als unbrauchbar“ verworfen hat.

2. Bei den Versuchen mit Futterrüben hat die Ammoniakdüngung auf **gekalktem** Boden erheblich **weniger** Mehrertrag erbracht als auf nicht gekalktem.

3. Bei den Versuchen mit Kartoffeln hat die Ammoniakdüngung sehr wenig gewirkt, und auf **gekalktem** Boden ist ebenfalls **weniger** durch die Ammoniakdüngung producirt worden als auf nicht gekalktem.

4. Das gleiche finden wir bei den Versuchen mit Winterweizen. Noch nicht ganz 200 Kilo Körner per Hektar sind durch eine Düngung von 100 Kilo Ammoniaksalz producirt worden. Und auf **gekalktem** Boden ist der Ertrag noch etwas **geringer** gewesen als auf nicht gekalktem.

5. Es bleiben von den 7 Versuchsreihen nur noch die mit Gerste, Hafer und Zuckerrüben übrig, bei welchen auf gekalktem Boden um 265—272 Kilo Körner und 739 Kilo Zuckerrüben per Hektar mehr durch die 100 Kilo Ammoniaksalz geerntet worden ist als auf nicht gekalktem Boden.

Nimmt man hinzu, daß die Ergebnisse der Einzelversuche, aus welchen die für Gerste, Hafer und Zuckerrüben berechneten Mittelwerthe berechnet worden sind, sehr weit unter einander abweichen, so muß es wohl als etwas zweifelhaft erscheinen, ob man berechtigt ist, irgend einen Schluß aus den angeführten Versuchsresultaten abzuleiten.

Sodann aber muß ich noch darauf aufmerksam machen, daß ich die Schlußfolgerung Märcker's überhaupt nicht für einwurfsfrei erachte und daß der Versuchsplan wohl nicht ganz der richtige war.

Ich will dies an folgendem einfachen Beispiel klar zu machen suchen.

Gesetzt, man habe erhalten:

1) ohne Düngung	. . . .	100	Ertrag
2) durch Ammoniakdüngung	. . . .	120	„
3) „ Kalkdüngung	. . . .	110	„
4) „ Kalk- + Ammoniakdüngung		150	„ .

Welchen Schluß darf man hieraus ziehen?

Nach Märcker den folgenden: Die Ammoniakdüngung hat auf ungekalktem Boden 20 Mehrertrag (Ertrag 2 mit Ertrag 1 verglichen), auf gekalktem Boden 40 Mehrertrag (Ertrag 4 mit Ertrag 3 verglichen) ergeben, folglich ist der kohlensaure Kalk „ähnlich so, wie er die Wirkung des Stallmistes zu steigern vermag, imstande, auch die Ammoniakdüngung zu erhöhen“.

Ich dagegen sehe mich nur zu folgendem Schluß berechtigt: Einseitige Kalkdüngung hat 10 Mehrertrag, einseitige Ammoniakdüngung 20 Mehrertrag, **combinirte** Kalk- + Ammoniakdüngung **50** Mehrertrag gegen ungedüngt bewirkt, folglich hat es dem Boden an Stickstoff gefehlt, um die einseitige Kalkdüngung zu voller Wirkung kommen zu lassen, und es hat ihm an Kalk gefehlt, um die einseitige Stickstoffdüngung zu voller Wirkung kommen zu lassen; erst die combinirte Düngung hat den Kalkmangel und den Stickstoffmangel des Bodens gehoben und den höchstmöglichen Ertrag erzielen lassen.

Einen günstigen Einfluß des Kalkens auf die Wirkung der speciell im schwefelsauren **Ammoniak** vorliegenden Form des Stickstoffs, wie er von Schultz-Lupitz vermuthet wird, und wie die Versuche ihn prüfen sollten, kann man wohl **nicht** aus jenen Resultaten ableiten.

Zu diesem Schluß wäre man erst dann berechtigt gewesen, wenn beispielsweise die folgenden Ergebnisse*) vorgelegen hätten:

---

*) Als Analogie zu dem obigen Beispiel will ich die folgenden Resultate einer unserer Versuchsreihen anführen:

1) ohne Düngung	100	Ertrag
2) Ammoniakdüngung	120	„
3) **Salpeter**düngung	140	„
4) Kalkdüngung	110	„
5) Ammoniak- + Kalkdüngung	150	„
6) **Salpeter**- + Kalkdüngung	150	„

Aus diesen Zahlen würde ich den folgenden Schluß zu ziehen mich für berechtigt halten:

Auf **gekalktem** Boden hat sowohl die Ammoniakdüngung 40, als auch die Salpeterdüngung (von entsprechendem Stickstoffgehalt) 40 Mehrertrag ergeben; auf **nicht** gekalktem Boden dagegen hat die Ammoniakdüngung nur **20** Mehrertrag ergeben, während die Salpeterdüngung wiederum **40** ergeben hat, woraus folgt, daß die Kalkung des Bodens imstande ist, unter „gewissen Verhältnissen" einen specifisch günstigen Einfluß auf die Wirkung des in Form von schwefelsaurem Ammoniak dem Boden gegebenen Stickstoffs auszuüben.

Dem von Märcker aufgestellten Versuchsplan also hätte auch eine Düngung mit Salpeterstickstoff auf nicht gekalktem und auf gekalktem Boden eingefügt werden müssen. Falls die Resultate alsdann gezeigt hätten, daß der Salpeterstickstoff auf gekalktem Boden keinen größeren Mehrertrag, der Ammoniakstickstoff dagegen auf gekalktem Boden einen größeren Mehrertrag ergeben hätte als auf dem ungekalkten Boden, so wäre man dann allerdings zu dem Schluß berechtigt gewesen, daß eine Kalkung oder Mergelung des Bodens unter

---

ungedüngt ergab	32,0	g	Ertrag
Phosphorsäuredüngung ergab	47,6	„	„
Stickstoffdüngung ergab	50,8	„	„
Phosphorsäure- + Stickstoffdüngung ergaben	145,1	„	„

Hieraus ist der Schluß zu ziehen, daß es dem für die Versuche benutzten Boden an Stickstoff gefehlt hat, um die einseitige Phosphorsäuredüngung zu voller Wirkung kommen zu lassen, andererseits an Phosphorsäure gefehlt hat, um die einseitige Stickstoffdüngung zu voller Wirkung kommen zu lassen; erst die combinirte Düngung hat den Stickstoff- und Phosphorsäuremangel des Bodens gehoben und den höchstmöglichen Ertrag hervorgebracht.

gewissen Umständen einen günstigen Einfluß auf die Wirkung des im schwefelsauren Ammoniak gebotenen Stickstoffs ausüben könne.

So aber — ohne Vergleichsdüngung mit Salpeterstickstoff oder einer anderen Stickstoffverbindung — haben die besprochenen Versuche keine Antwort auf die gestellte Frage geben können.

2. Versuche zur Feststellung der Wirkung des Stickstoffs im Chilisalpeter und schwefelsauren Ammoniak.

Von 20 in verschiedenen Wirthschaften ausgeführten Versuchen führt Märcker nur 13 an, weil die übrigen 7 resultatlos geblieben seien.

Die nachstehend angegebenen Zahlen sind die Mittelergebnisse aus je 3 (in verschiedenen Wirthschaften ausgeführten) Versuchen mit Gerste, 7 Versuchen mit Hafer, 1 Versuch mit Kartoffeln, 1 Versuch mit Zuckerrüben.

a. Versuche mit Gerste.

Stickstoffdüngung pro Hektar.	Mehrertrag pro Hektar gegen stickstofffreie Düngung.		Setzt man den durch Salpeterstickstoff erhaltenen Mehrertrag = 100, so hat die entsprechende Ammoniakdüngung ergeben	
			Körner.	Stroh.
20 Kilo Salpeterstickst.	231 Kilo Körn.	212 Kilo Stroh	100	100
20 „ Ammoniak „	139 „ „	104 „ „	60	49
32 „ Salpeter „	411 „ „	516 „ „	100	100
32 „ Ammoniak „	412 „ „	432 „ „	100	84

b. Versuche mit Hafer.

32 Kilo Salpeterstickst.	630 Kilo Körn.	1076 Kilo Stroh	100	100
32 „ Ammoniak „	667 „ „	1085 „ „	106	101
48 „ Salpeter „	858 „ „	1578 „ „	100	100
48 „ Ammoniak „	954 „ „	1527 „ „	111	97

c. Versuche mit Kartoffeln und Zuckerrüben.

	Kartoffeln kg	Zuckerrüben kg	Kartoffeln	Zuckerrüben
32 Kilo Salpeterstickst.	2690	8100	100	100
32 „ Ammoniak „	2800	8600	104	106
48 „ Salpeter „	5526	13100	100	100
48 „ Ammoniak „	4050	11100	73	85

Wie man sieht, schwanken die Ergebnisse.

Die schwächere Ammoniakdüngung hat auf die Gerste relativ geringer als die stärkere gewirkt, ein Resultat, für das wohl keine andere Erklärung als die der Ungenauigkeit der Versuche vorliegt. Beim Hafer haben die schwächeren und stärkeren Ammoniakdüngungen gleich gut und ebenso gut wie der Salpeterstickstoff gewirkt, während bei Kartoffeln und Zuckerrüben die stärkere Ammoniakdüngung geringer, die schwächere dagegen besser gewirkt hat als die entsprechende Salpeterdüngung.

Schwankende Resultate ohne jede Aufklärung über die Ursache der Schwankungen, das ist alles, was die Versuche ergeben haben, und einen Fingerzeig für die Richtung der einzuschlagenden Forschungswege geben sie uns nicht.

Auch die weiter von Märcker noch angeführten Versuche des Dr. F. Wagner, die nach einem anderen Versuchsplan ausgeführt waren, haben nichts Neues ergeben. Hält man die Resultate der vergleichbaren Versuche von F. Wagner gegen einander, so hat die Ammoniakdüngung bei Kartoffeln 64 %, bei Futterrüben 56 % der entsprechenden Salpeterwirkung erbracht. Und die Ursache für diese auch schon bei früheren Feldversuchen beobachtete Minderwirkung der Ammoniakdüngung? Sie findet sich nirgends, und ich muß bei meinem schon vor einigen Jahren ausgesprochenen Urtheil beharren, daß unser Wissen über die Ammoniakdüngungsfrage ein sehr „dürftiges“ ist. Ich fahre jetzt fort in dem Bericht über den Gang unserer Forschungen auf diesem Gebiet.

22. Worin können die Ursachen für die oft beobachtete Minderwirkung des Ammoniakstickstoffs im Vergleich zum Salpeterstickstoff zu finden sein?

Wir wollen uns diese Frage überlegen und die folgenden Umstände in's Auge fassen.

1. Es ist in Erwägung zu ziehen, daß der Chilisalpeter den Stickstoff in einer dem Aneignungsvermögen der Pflanzen

vollkommen entsprechenden Form enthält, während das Ammoniaksalz erst in salpeterartige Verbindungen übergehen muß, ehe es zur Stickstoffernährung der Pflanzen wesentlich beitragen kann. Ist es auch gelungen, landwirthschaftliche Kulturpflanzen zu einer den normalen Verhältnissen sich nähernden Entwickelung zu bringen, wenn denselben als einziges Stickstoffnährmittel Ammoniaksalz geboten war und man alle Umstände möglichst beseitigt hatte, unter welchen eine Umwandlung des Ammoniaks in Salpetersäure erfolgt, so hat es sich doch bei allen derartigen Versuchen gezeigt, daß eine erheblich üppigere Entwickelung der Pflanzen erzielt wurde, wenn man unter sonst gleichen Verhältnissen ein salpetersaures Salz als Stickstoffnährmittel gegeben hatte, und es ist bei den mit Ammoniaksalz ausgeführten Versuchen immer noch zweifelhaft geblieben, ob nicht während der Vegetationsdauer der Pflanzen sich so viel Salpetersäure aus dem dargereichten Ammoniak gebildet hatte, daß auch hier die Hauptnährung der Pflanzen durch Salpetersäure bewirkt worden war. Man ist zu der Annahme berechtigt, daß die Salpetersäure das weitaus günstigste, möglicherweise das allein zuträgliche Stickstoffnährmittel für die landwirthschaftlichen Kulturpflanzen bietet und daß die Düngung mit Ammoniaksalz nur dadurch eine vermehrte Stickstoffernährung der Pflanzen bewirkt, daß dasselbe in Berührung mit der Bodenkrume allmählich in salpetersaure Verbindungen übergeht.

Dieser Umwandlungsproceß aber ist an gewisse Bedingungen geknüpft. Mikroskopisch kleine Organismen sind es, welche den Uebergang des Ammoniaks in Salpetersäure vermitteln, und es bleibt zu prüfen, wie schnell dieser Vorgang stattfindet, welche Bedingungen ihn begünstigen und welche Maßnahmen eventuell zu ergreifen sind, ihn zu beschleunigen.

2. Es bleibt zu prüfen, ob die Umwandlung des Ammoniaks in Salpetersäure ohne Verlust vor sich geht, oder ob man aus je 100 Theilen Ammoniakstickstoff nicht wieder 100 Theile Salpeterstickstoff, sondern weniger erhält.

3. Der Chilisalpeter ist und bleibt im Boden frei beweglich, während das Ammoniak durch die Absorptionskräfte des Bodens gebunden wird.

Dies ist von Bedeutung für den Grad der Aufnahmefähigkeit des Stickstoffs durch die Wurzeln, denn je größer die Beweglichkeit der Pflanzennährstoffe im Boden ist, um so leichter wird es den Wurzeln, sie aufzunehmen. Den Salpeterstickstoff aufzunehmen, bietet den Pflanzen keine Schwierigkeit, indem der Salpeter sich mit dem in den Boden dringenden Regenwasser nach allen Richtungen hin vertheilt, mit jeder Wurzelfaser in Berührung kommt und auch der Bewegung des Bodenwassers wieder folgt, wenn dieses, durch die Saugkraft der Krume getrieben, denjenigen Bodenräumen zufließt, in welchen der Hauptverbrauch an Wasser, wie an Nährstoffen stattfindet.

Der leicht bewegliche Salpeterstickstoff ist den Pflanzen stets verfügbar und selbst aus starker Verdünnung wird er mit Leichtigkeit durch die Wurzeln aufgesogen, während der Ammoniakstickstoff schon aus Ursache seiner Schwerbeweglichkeit langsamer zur Wirkung kommt.

Es ist also auch aus diesem Grunde zu prüfen, wie schnell der Ammoniakstickstoff in Salpetersäure umgewandelt wird und welche Bedingungen diesen Proceß begünstigen, denn mit der Umwandlung in Salpetersäure entzieht sich der Ammoniakstickstoff zugleich den Absorptionskräften des Bodens und erlangt er die Leichtbeweglichkeit des Chilisalpeters.

4. Der Stickstoff des Ammoniaksalzes ist an Schwefelsäure gebunden; soll aber das Ammoniak sich umwandeln in Salpetersäure, so ist zuvor eine Trennung desselben von der Schwefelsäure nöthig. Diese Trennung wird durch den kohlensauren Kalk des Bodens vollzogen. Es ist also zu prüfen, ob durch eine Kalkung des Bodens die Ueberführung des Ammoniakstickstoffs in Salpetersäure zu beschleunigen ist und ob die oft auf humusreichen, kalkarmen Böden (Wiesenböden, Moorböden) beobachteten Mißerfolge der Ammoniakdüngung

auf ein Fehlen des nöthigen Kalks zurückgeführt werden können.

5. Mit je 100 Theilen Ammoniakstickstoff werden durch das schwefelsaure Ammoniak nicht weniger als 285 Theile Schwefelsäure in den Boden gebracht, während beispielsweise die Halmgewächse auf je 100 Theile Stickstoff nur **10** Theile Schwefelsäure consumiren. Es liegt somit die Möglichkeit vor, daß der große Ueberschuß an Schwefelsäure unter Umständen nachtheilig auf die Pflanzen wirken kann, und daß das Ammoniak, wenn es mit einer anderen Säure verbunden in den Boden gebracht wird, eine bessere Wirkung ausübt. Liegt auch nur die Möglichkeit und keine große Wahrscheinlichkeit für eine schädigende Wirkung der Schwefelsäure vor, so dürfte eine Prüfung dieser Frage doch wohl der Vollständigkeit halber mit in's Auge zu fassen sein.

6. Düngt man den Boden einerseits mit schwefelsaurem Ammoniak, andererseits mit Chilisalpeter, also mit salpetersaurem Natron, so ist damit, strenge genommen, nicht die Frage gestellt: Wie wirkt der Ammoniakstickstoff im Vergleich zum Salpeterstickstoff? sondern es lautet die durch den Versuch gestellte Frage so: Wie wirkt eine Düngung von 100 Theilen Ammoniakstickstoff + 285 **Theilen Schwefelsäure** im Vergleich zu einer Düngung von 100 Theilen Salpeterstickstoff + 221 **Theilen Natron?**

Die vielleicht günstig oder ungünstig wirkende Schwefelsäure auf der einen Seite und das vielleicht günstig oder ungünstig wirkende Natron auf der anderen dürfen meiner Ansicht nach nicht unberücksichtigt bleiben. Es ist zu prüfen, ob nicht in manchen Fällen eine etwa günstige Wirkung des im Chilisalpeter enthaltenen Natrons die Ursache gewesen ist, welche den Salpeterstickstoff hat wirksamer erscheinen lassen als den Ammoniakstickstoff. —

Unsere Aufgabe war es also, nach diesen sechs Richtungen hin die vorliegende Frage experimentell zu prüfen, und ich will in den folgenden Kapiteln die Ergebnisse unserer Prüfungen mittheilen.

23. Wird der in den Boden gebrachte Ammoniakstickstoff vollständig in Salpetersäure umgewandelt, oder findet ein Stickstoffverlust bei diesem Umwandlungsproceß statt?

Arbeiten über diese Frage liegen bereits vor. Insbesondere die Arbeiten von Tacke, Kellner, Dehérain sind zu nennen. Aber die Resultate der betreffenden Versuche sind nicht frei von Widersprüchen, und die Verhältnisse, unter welchen sie gewonnen wurden, liegen reichlich weit entfernt von denjenigen, unter welchen der natürliche Nitrificationsproceß verläuft.

Wir haben unter möglichster Annäherung an die natürlichen Verhältnisse und unter möglichst einfacher Versuchsausführung eine größere Reihe von Arbeiten über die in Rede stehende Frage ausgeführt, und es finden sich die näheren Angaben darüber, sowie die erhaltenen Resultate im fünften Abschnitt dieser Schrift unter der Versuchsreihe 100.

Man sieht aus den dort zusammengestellten Zahlen, daß unter den günstigsten der von uns hergestellten Verhältnisse (lockere, humusreiche Erde, Zusatz von Mergel, hohe Bodentemperatur und schwache Ammoniakdüngung) von je 100 Theilen Ammoniakstickstoff schon nach Ablauf von 12 Tagen nicht weniger als 88 Theile Salpeterstickstoff gebildet waren, eine weitere Zunahme an Salpeterstickstoff aber nicht stattfand.

Es wurden aus je 100 Theilen Ammoniakstickstoff erhalten:

nach	12	Tagen	88	Theile	Salpeterstickstoff.
„	24	„	88	„	„
„	36	„	89	„	„
„	48	„	89	„	„
„	60	„	89	„	„
„	72	„	89	„	„
„	84	„	88	„	„

Auf Grund der Ergebnisse unserer Versuche müssen wir also annehmen, daß von je 100 Theilen Ammoniakstickstoff im günstigsten Fall nicht mehr als 89, sagen wird rund 90 Theile

Salpeterstickstoff gewonnen werden. Dies würde im Einklang stehen mit Versuchen von Kellner*), bei welchen der Nitrificationsproceß ebenfalls einen Verlust von 10 % ergeben hat.

Wo die übrigen 10 Theile Stickstoff bleiben, ob sie in Form von freiem Stickstoff sich verflüchtigen oder ob sie von Mikroorganismen verzehrt werden — wie Frank es behauptet — ist mir nicht bekannt; ich habe über den Verbleib jener 10 Theile Ammoniakstickstoff keine Nachforschungen angestellt. Für die uns vorliegende practische Düngungsfrage genügt es einstweilen, zu wissen, daß selbst unter sehr günstigen Verhältnissen nicht mehr als 90 Theile Salpeterstickstoff aus je 100 Theilen Ammoniakstickstoff gewonnen werden.

Dies Resultat steht nun auch in vollkommenem Einklang mit den von uns ausgeführten Vegetationsversuchen, welche ich im Kap. 20 besprochen habe. Wir finden dort auf S. 197 den Satz:

> „Im Mittel der in Gefäßen ausgeführten Düngungsversuche hat die Wirkung des Ammoniakstickstoffs 91, sagen wir rund **90** betragen, wenn die Wirkung des Salpeterstickstoffs = 100 gesetzt wird."

Ich will an dieser Stelle auf eine umfassende Versuchsreihe aufmerksam machen, welche von P. Budrin**) ausgeführt wurde. Es dienten 161 Beete von 45,5 qm zu den Versuchen, der Boden bestand aus humusarmem Lehmboden, jeder Versuch war in zwei bis vier Parallelparzellen vertreten. Budrin erhielt bei den mit Cerealien ausgeführten Versuchen die folgenden Ergebnisse:

Setzt man die Wirkung des Salpeterstickstoffs = 100, so hat die entsprechende Ammoniakdüngung ergeben:

	Körner	Stroh + Körner
bei Winterroggen	80	87
„ Winterweizen	91	87
„ Gerste	88	92
„ Hafer	91	91
Mittel	88	89.

*) Biedermann's Centralblatt 1887. S. 857.

**) Biedermann's Centralblatt 1889. S. 377.

Diese Resultate stimmen vollkommen überein mit den bei unseren Vegetationsversuchen erhaltenen, und diese wiederum decken sich mit den über die Umwandlung des Ammoniaks in Salpetersäure von uns ausgeführten Arbeiten so genau, daß ich glaube, zu folgendem Ausspruch berechtigt zu sein:

Wenn für die Umwandlung des Ammoniaks in Salpetersäure, sowie für die Düngewirkung des schwefelsauren Ammoniaks und die des Chilisalpeters **günstigste Verhältnisse** vorhanden sind, so entstehen aus je 100 Theilen Ammoniakstickstoff rund 90 Theile Salpeterstickstoff, und es beträgt die Düngewirkung des schwefelsauren Ammoniaks 90% der Düngewirkung des Chilisalpeters.

Damit haben wir eine befriedigende Grundlage für die von uns zu bearbeitende Frage gewonnen, auf welcher wir weiter bauen können.

Es wird nun unsere Aufgabe sein, die Verhältnisse aufzufinden und klarzulegen, unter welchen jene 90% der Ammoniakumwandlung etwa **nicht** erzielt oder nicht schnell genug erzielt und jene 90% der Düngewirkung des Ammoniakstickstoffs etwa **nicht** erreicht werden.

24. Welche Verhältnisse wirken günstig und welche ungünstig auf die Umwandlung des Ammoniaks in Salpetersäure?

Ueber diese Frage sind von anderer Seite noch keine Versuche ausgeführt worden, welche ein klares Bild über den unter natürlichen Verhältnissen stattfindenden Einfluß der in Betracht kommenden Factoren geben könnten.

Die werthvollen Studien von Dehérain, Boussingault, Kellner, Tacke u. a. über den Nitrificationsproceß sind — wie ich schon im voraufgegangenen Kapitel bemerkte — unter Verhältnissen (künstlicher Ventilation, Zuleitung von reinem

Sauerstoff, tage- oder wochenlangem Abschluß der atmosphärischen Luft, Anwendung wässeriger Lösungen als Nitrificationsmedien unter Zusatz einer kleinen Quantität Alkohol 2c.) ausgeführt worden, welche bald mehr, bald weniger abweichen von denjenigen Verhältnissen, unter welchen im Ackerboden die Nitrification des Ammoniaksalzes erfolgt.

Auch geben die bisherigen Arbeiten kein klares Bild über die Größe des Einflusses, welchen der eine Factor (etwa der Humus des Bodens oder die Wärme) im Vergleich zu einem anderen (etwa einer Mergelung des Bodens oder der Stärke der Ammoniakdüngung) unter sonst gleichen Verhältnissen ausübt. Denn nur ganz im allgemeinen können wir aus jenen Arbeiten schließen, daß ein hoher Humusgehalt des Ackerbodens, sowie ein hoher Kalkgehalt desselben, gute Durchlüftung und gute Erwärmung fördernd auf den Salpeterbildungsproceß wirken.

Wir haben daher, um ein anschauliches Bild über die relative Größe dieser Einflüsse zu gewinnen, einige Versuchsreihen in dieser Richtung ausgeführt, und ich habe die Ergebnisse einer der umfänglichsten dieser Reihen im fünften Abschnitt dieser Schrift (Versuchsreihe 150) kurz zusammengestellt unter Angabe einiger Notizen über die Ausführung der Versuche.

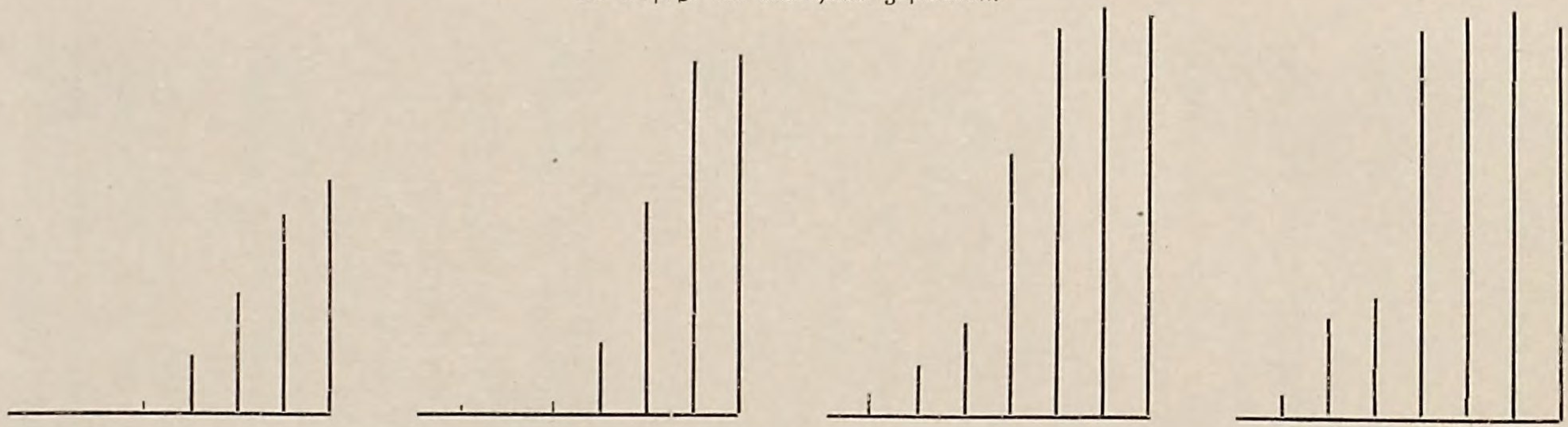
Die Verhältnisse, unter welchen wir die Versuche ausführten, waren die denkbar einfachsten.

Je 300 g betragende Erdproben von mittlerem Feuchtigkeitsgehalt wurden in offene Glasgefäße gebracht, theils ohne Zusatz von Ammoniaksalzen gelassen, theils mit Ammoniaksalz versetzt, alsdann mit weiteren je 50 g Erde überdeckt und zur Seite gestellt. Von 12 zu 12 Tagen wurden je 2 Parallelgefäße entleert und der Gehalt der Erde an Salpeterstickstoff bestimmt.

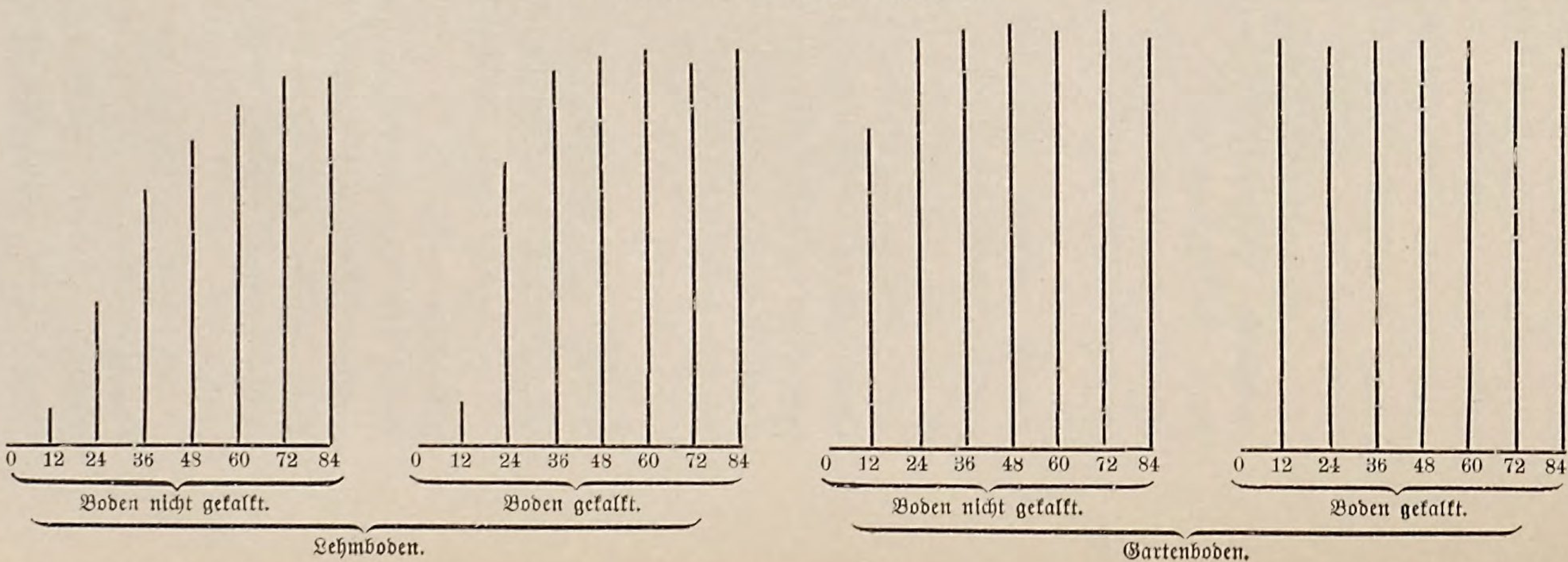
Ich will, um ein möglichst deutliches und bequem zu übersehendes Bild zu geben, die bei unseren Versuchen erhaltenen Resultate, wie sie unter Versuchreihe 100 sich zusammengestellt finden, hier in graphischer Darstellung vorführen.

Aus je 100 Theilen Ammoniakstickstoff waren Theile Salpeterstickstoff gebildet worden nach Tagen:

A. Gefäße im Kalthaus gestanden.



B. Gefäße im Warmhaus gestanden.



Die Resultate sind so klar, daß sie wohl kaum einer Erläuterung bedürfen. Sie bestehen in folgendem.

1. Versuche mit Gartenerde.

Die Nitrification war beendet:

nach 72 Tagen, wenn der Boden **nicht** gemergelt war und im **Kalthaus** gestanden hatte;

nach 60 Tagen, wenn der Boden **gemergelt** war und im **Kalthaus** gestanden hatte;

nach 24 Tagen, wenn der Boden **nicht** gemergelt war und im **Warmhaus** gestanden hatte;

nach 12 Tagen, wenn der Boden **gemergelt** war und im **Warmhaus** gestanden hatte.

2. Versuche mit Lehmboden.

Die Nitrification war noch **nicht** beendet:

nach 84 Tagen, wenn der Boden **nicht** gemergelt war und im **Kalthaus** gestanden hatte;

nach 84 Tagen, wenn der Boden **gemergelt** war und im **Kalthaus** gestanden hatte.

Sie war dagegen **beendet**:

nach 72 Tagen, wenn der Boden **nicht** gemergelt war und im **Warmhaus** gestanden hatte;

nach 48 Tagen, wenn der Boden **gemergelt** war und im **Warmhaus** gestanden hatte.

Die Versuche mit Lehmboden aber ergaben eine Ausbeute von nur 80 bis 85 Theilen Salpeterstickstoff aus je 100 Theilen Ammoniakstickstoff.

Neben diesen Versuchen, bei welchen je 300 g Erde mit 0,1 g Stickstoff in Form von schwefelsaurem Ammoniak versetzt waren, führten wir auch eine gleiche Anzahl entsprechender Versuche unter Zusatz von je 0,2 g (also der doppelten Menge) Ammoniakstickstoff aus und man sieht aus der a. a. O. gegebenen Tabelle, daß bei dem Zusatz von 0,2 g Ammoniakstickstoff der Salpeterbildungsproceß erheblich langsamer vor sich ging als bei Zusatz von 0,1 g Ammoniakstickstoff. Auch von

Anderen, namentlich auch von Dehérain, ist Aehnliches gefunden worden.

Unsere Versuche also haben gezeigt, durch welche Mittel und in welchem Maße die Salpeterbildung des Ammoniaks beschleunigt werden kann. Humusgehalt, Wärme, Durchlüftung, Kalkgehalt und Concentration der Ammoniaklösung — dies alles ist von erheblichem Einfluß auf den Gang des Processes, und man wird in der landwirthschaftlichen Praxis, so viel es eben möglich ist, diesen Verhältnissen Rechnung tragen müssen, wenn man die höchstmögliche Wirkung einer Ammoniakdüngung erzielen will. Auch manche Schwankungen unter den Resultaten der Düngungsversuche, manche Mißerfolge der Ammoniakdüngung, wie man sie in der Praxis beobachtet hat, werden sich zurückführen lassen auf Verhältnisse, die einer genügend schnellen Umwandlung des Ammoniakstickstoffs entgegen gestanden haben, und an der Hand der mitgetheilten Versuchsergebnisse wird es gelingen, die Ursache jener Schwankungen und Mißerfolge aufzufinden.

25. Läßt sich durch Kalken des Bodens die Wirkung des Ammoniakstickstoffs erhöhen?

Im voraufgegangenen Kapitel ist der Nachweis geführt worden, daß die Umwandlung des Ammoniaks in die den Pflanzen zuträglichste Stickstoffverbindung, nämlich in Salpetersäure, durch eine Zuführung von Kalk oder kohlensaurem Kalk zum Boden erheblich gefördert wird. Soll das an Schwefelsäure gebundene Ammoniak, wie es in der Form des käuflichen Ammoniakdüngesalzes in den Boden gebracht wird, theilnehmen an der Ernährung der Kulturpflanzen, so muß es durch den Kalk des Bodens abgetrennt werden von der Schwefelsäure, und es muß das abgetrennte Ammoniak alsdann unter Vermittelung von Mikroorganismen und unter Mitwirkung von Kalk übergehen in Salpetersäure. Die Frage also:

Läßt sich durch Kalken des Bodens die Wirkung des Ammoniakstickstoffs erhöhen? dürfte wohl ohne weiteres als eine unumwunden zu bejahende angesehen werden.

Aber doch erschien es mir nothwendig, den directen Beweis hierfür zu erbringen, denn es sind mir keine Versuche bekannt, welche in eclatanter Weise es gezeigt haben, daß eine Ammoniakdüngung erst durch Kalkbeigabe zur Wirkung gebracht werden konnte, wo eine unter den gleichen Verhältnissen gegebene Salpeterdüngung schon ohne jede Kalkdüngung zur vollen Wirkung gelangte.

Wir haben uns daher veranlaßt gesehen, die gedachten Versuche auszuführen, und die Versuchsreihe 40, aus 64 Einzelversuchen bestehend, zeigt uns ihre Resultate.

Die Versuche wurden einerseits auf Torfboden, andererseits auf Lehmboden ausgeführt. Als Stickstoffdünger wurde einerseits schwefelsaures Ammoniak, andererseits die entsprechende Menge salpetersaures Natron angewandt und bei der Hälfte der Versuche wurde ein Zusatz von Kalkmergel gegeben. Als Versuchspflanze diente Sommerrübsen, der, weil die Blüthe durch Insekten beschädigt wurde und eine ungleichmäßige Samenbildung zu befürchten war, in nicht ausgereiftem Zustande (im Juli) geschnitten wurde.

Ich theile in nachstehender Zusammenstellung die Durchschnittsergebnisse mit.

Differenzdüngung Stickstoff g			Mittelerträge an Trockensubstanz g	Mehrerträge gegen stickstofffreie Düngung g	Auf je 100 g des bei Salpeterdüngung erhaltenen Mehrertrages hat die entsprechende Ammoniakdüngung ergeben g
Torfboden ohne Mergel	Stickstoff gegeben in Form von		0	6,3	—	—
		salpeters. Natron	1,5	74,3	68,0	100
			2,0	94,4	88,1	
		schwefels. Ammoniak	1,5	26,9	20,6	28
			2,0	29,4	23,1	

Differenzdüngung Stickstoff			g	Mittelerträge an Trockensubstanz g	Mehrerträge gegen stickstofffreie Düngung g	Auf je 100 g des bei Salpeterdüngung erhaltenen Mehrertrages hat die entsprechende Ammoniakdüngung ergeben g
Torfboden mit Mergel	Stickstoff gegeben in Form von		0	9,6	—	—
		salpeters. Natron	1,5	84,6	75,0	100
			2,0	92,0	82,4	
		schwefels. Ammoniak	1,5	74,5	64,9	90
			2,0	86,7	77,1	
Lehmboden ohne Mergel	Stickstoff gegeben in Form von		0	6,1	—	—
		salpeters. Natron	1,5	81,1	75,0	100
			2,0	102,6	96,5	
		schwefels. Ammoniak	1,5	72,2	66,1	89
			2,0	91,9	85,8	
Lehmboden mit Mergel	Stickstoff gegeben in Form von		0	5,8	—	—
		salpeters. Natron	1,5	82,1	76,3	100
			2,0	98,1	92,3	
		schwefels. Ammoniak	1,5	70,1	64,3	90
			2,0	92,8	87,0	

Deutlicher als diese Resultate können Zahlen wohl nicht sprechen.

Auf dem ungemergelten Torfboden, der den für die Umsetzung des Ammoniaksalzes nothwendigen Kalk nicht enthielt, betrug die Ammoniakwirkung nur 28% der Salpeterwirkung, während sie auf dem gemergelten Torfboden das bei unseren sonstigen Versuchen gefundene Maximum, nämlich 90% der Salpeterwirkung erreichte.

Auf dem Lehmboden dagegen, der keiner Kalkdüngung bedurfte, wies das Ammoniak

ohne Mergelung 89 %,
mit „ 90 %

der Salpeterwirkung auf.

Für die Salpeterwirkung — und das ist hier entscheidend — ist es gleichgültig gewesen, ob der Boden gemergelt war oder nicht. Der Salpeterstickstoff hat im Mittel beider Stickstoffgaben

auf d. ungemergelten Torfboden 78 g Mehrertrag gegen ungedüngt,
„ „ gemergelten „ 79 g „ „ „

ergeben, während der Ammoniakstickstoff

auf d. ungemergelten Torfboden 22 g Mehrertrag gegen ungedüngt,
„ „ gemergelten „ 71 g „ „ „

ergeben hat.

Damit ist es sichergestellt, daß der kohlensaure Kalk des Mergels hier in ganz bestimmter Weise die Wirkung des **Ammoniak**stickstoffs und nicht die Wirkung der Stickstoffdüngung überhaupt gefördert hat. Daß dies aber erst durch einen Vergleichsversuch mit Salpeterstickstoff nachgewiesen werden mußte, habe ich auf Seite 203 u. f. bei Besprechung der Versuche Märckers näher dargelegt.

Wo also der Kalk im Boden fehlt, da wirkt das Ammoniaksalz schlecht, und gar viele in der Praxis beobachtete Mißerfolge der Ammoniakdüngung werden wohl in einer zu großen Kalkarmuth des Bodens ihre Erklärung finden. Man wird diese Mißerfolge vermeiden können durch eine Düngung des Bodens mit gebranntem Kalk oder mit Kalkmergel.

26. Ist es möglich, daß die Schwefelsäure des Ammoniaksalzes eine nachtheilige Wirkung auf die Pflanzen ausübt?

Wie ich auf Seite 209 bereits hervorgehoben habe, werden durch eine Ammoniaksalzdüngung nicht weniger als 285 Theile

Schwefelsäure auf je 100 Theile Stickstoff in den Boden gebracht, während beispielsweise die Halmgewächse auf je 100 Theile Stickstoff im Mittel nur **10** Theile Schwefelsäure aufnehmen und verarbeiten.

Ist nun auch die Wahrscheinlichkeit nicht groß, so ist doch die Möglichkeit nicht von der Hand zu weisen, daß, namentlich nach wiederholter Ammoniaksalzdüngung, die nicht aufgenommene und im Boden sich anhäufende Schwefelsäure nachtheilig auf die Pflanzen wirkt.

Wir haben daher, um diese Frage zu prüfen, Düngungsversuche auf Bodenparzellen ausgeführt, bei welchen wir den Stickstoff

a, in Form von Chilisalpeter,
b, " " " **schwefelsaurem** Ammoniak,
c, " " " **kohlensaurem** "
d, " " " **salpetersaurem** "

gegeben und auf den gleichen Parzellen drei Jahre hinter einander die nämlichen Düngungen wiederholt haben. In jedem Jahre sind auf jeder Parzelle zwei Früchte gebaut worden: Hafer als reif geerntete Hauptfrucht und Rübsen oder Senf als grün geschnittene Stoppelfrucht. Für jede Frucht wurde die Stickstoffdüngung wiederholt, und an Phosphorsäure und Kali wurde soviel gegeben, als für eine Maximalernte ausreichend war.

Die Resultate dieser Versuche finden sich in den Tabellen der Versuchsreihen 3a, 3b und 3c, und ich gebe die Hauptzahlen derselben in nachfolgender übersichtlicher Zusammenstellung hier wieder.

Je 1 g des in der Düngung gegebenen Stickstoffs hat an Gesammttrockensubstanz erzeugt:

Stickstoff gegeben in Form von:	Erstes Jahr Hafer g	Erstes Jahr Rübsen g	Zweites Jahr Hafer g	Zweites Jahr Rübsen g	Drittes Jahr Hafer g	Drittes Jahr Senf g	Mittel g
salpetersaurem Natron . . .	**39**	**40**	**57**	**24**	**63**	**25**	**41**
schwefelsaurem Ammoniak . .	36	30	49	26	55	26	**37**
kohlensaurem Ammoniak . .	36	27	48	22	56	25	**36**
salpetersaurem Ammoniak . .	37	30	47	27	58	27	**38**

Der durch die Stickstoffdüngung erzeugte Mehrertrag hat an Stickstoff enthalten:

Stickstoff gegeben in Form von:	Erstes Jahr Hafer g	Erstes Jahr Rübsen g	Zweites Jahr Hafer g	Zweites Jahr Rübsen g	Drittes Jahr Hafer g	Drittes Jahr Senf g	Mittel: g
salpetersaurem Natron . . .	5,912	2,589	4,672	2,475	3,864	2,269	3,630
schwefelsaurem Ammoniak . .	5,447	1,574	3,880	1,895	2,944	1,941	2,947
kohlensaurem Ammoniak . .	5,346	1,226	3,676	1,862	3,307	2,003	2,903
salpetersaurem Ammoniak . .	5,528	1,543	3,933	2,128	3,405	2,253	3,132.

Aus diesen Resultaten ersieht man das Folgende.

1. Die Wirkung des in Form von Ammoniaksalz gegebenen Stickstoffs hat im Mittel 90% der Salpeterwirkung betragen, was mit unseren im Kapitel 20 besprochenen Versuchsergebnissen im Einklang steht.

2. Der in Form von schwefelsaurem Ammoniak gegebene Stickstoff hat nicht geringer gewirkt als der in Form von kohlensaurem Ammoniak gegebene, denn je 1 g Stickstoff hat im Mittel der Versuche bei schwefelsaurem Ammoniak 37 g, bei kohlensaurem Ammoniak 36 g Mehrertrag erzeugt.

3. Die etwas bessere Wirkung und die etwas bessere Stickstoffausbeute, welche beim salpetersauren Ammoniak im Vergleich zum kohlensauren und schwefelsauren Ammoniak erhalten wurde, erklärt sich aus dem Umstande, daß im salpetersauren Ammoniak die Hälfte des Stickstoffs in Form von Salpetersäure vorhanden war und diese Stickstoffverbindung bei unseren Versuchen eine um rund 10% bessere Wirkung aufgewiesen hat als die Ammoniakdüngung.

Nimmt man nun hinzu, daß unsere Versuche auf einem sehr stickstoffarmen Boden ausgeführt wurden, und daß wir den Pflanzen fast sämmtlichen Stickstoff, den sie für ihre Production nöthig hatten, in Form von Ammoniaksalz zuführten, woraus eine Stärke der Ammoniakdüngung entstand, wie sie in der landwirthschaftlichen Praxis niemals vorkommt, und erwägt man ferner, daß trotz so ausnehmend

starker und in 3 Jahren sechsmal wiederholter Ammoniakdüngung die Schwefelsäure **keine** schädliche Wirkung ausgeübt hat, so darf man die in der Ueberschrift gestellte Frage wohl als erledigt betrachten und den folgenden Satz als festgestellt ansehen:

> Die durch eine Düngung mit schwefelsaurem Ammoniak in den Boden gebrachte Schwefelsäure übt keinen nachtheiligen Einfluß auf die Pflanzen aus, sobald der Boden soviel Kalk enthält, oder ihm soviel Kalk zugeführt wird, daß eine ungehinderte Umsetzung des schwefelsauren Ammoniaks erfolgen kann.

27. Können die Kulturpflanzen sehr starke Düngungen oder stark concentrirte Lösungen von schwefelsaurem Ammoniak ebenso gut vertragen als starke Düngungen oder stark concentrirte Lösungen von Chilisalpeter?

Stickstoffsalze sind bekanntlich in Wasser sehr leicht und sehr schnell löslich. Wenn man also Chilisalpeter oder Ammoniaksalz in den Boden bringt oder auch nur auf die Oberfläche des Bodens streuet, so wird ein Regentag die Salze nicht nur vollkommen lösen, sondern es wird auch eine gleichmäßige und weitgehende Vertheilung der Stickstoffsalze im Boden erfolgen.

Was aber wird geschehen, wenn die Salze in den Boden gebracht sind und es fällt während der nächsten acht oder vierzehn Tage oder drei Wochen kein Regen? Werden auch dann die Salze sich gleichmäßig in der Bodenkrume vertheilen? Nein. Die Salzkörnchen bleiben zunächst da liegen, wohin sie gefallen oder durch die Ackerwerkzeuge gebracht worden sind. Sind sie nicht zu groß, und ist besonders der Salpeter in nicht allzu grobkörniger Beschaffenheit ausgestreut worden, so werden sie bald so viel Feuchtigkeit anziehen, daß sie sich auflösen, sie

werden „zerfließen“, sie werden eine concentrirte „gesättigte“ Salzlösung bilden, und diese Salzlösung wird weitere Bodenfeuchtigkeit anziehen, sie wird sich allmählich verdünnen und weiter verbreiten. Diese Verdünnung und Weiterverbreitung aber geht langsam vor sich, um so langsamer, je weniger feucht der Boden ist; erst ein Regentag wird eine gleichmäßige und weitgehende Vertheilung der Stickstoffsalze und ihrer Lösungen bewirken.

Wenn also sehr starke Stickstoffdüngungen gegeben werden oder wenn während einer längeren Zeit nach dem Einbringen der Stickstoffsalze kein Regen fällt, so bilden sich Lösungen der Düngesalze, die vorübergehend so stark concentrirt sein können, daß die Möglichkeit einer nachtheiligen Wirkung derselben auf die Pflanzen angenommen werden darf und die Frage beachtenswerth erscheint: Werden die Pflanzen in solchen Fällen besser eine concentrirte Ammoniaksalzlösung oder besser eine concentrirte Salpeterlösung vertragen?

Versuche, welche diese Frage zum Gegenstand der Forschung gemacht haben, sind von anderer Seite nicht ausgeführt worden, wir haben es daher für angezeigt gehalten, die aus 56 Einzelversuchen bestehende Versuchsreihe 16 auszuführen, um über die genannte Düngungsfrage Aufschluß zu erhalten.

Die Versuche wurden in Vegetationsgefäßen ausgeführt und zwar wurden die Stickstoffsalze einerseits in größere, andererseits in geringere Vertheilung mit dem Boden gebracht. Bei den unter größerer Vertheilung des Stickstoffs ausgeführten Versuchen wurden die Düngesalze mit einer 12 cm hohen Bodenschicht gleichmäßig vermischt, welche 6 cm hoch mit ungedüngter Erde bedeckt wurde, während bei den unter geringerer Vertheilung des Stickstoffs ausgeführten Versuchen die Düngesalze auf die 6 cm unter der Oberfläche liegende Bodenschicht gestreut wurden, ohne daß eine weitere Vermengung mit dem Boden geschah.

Aus der folgenden Zusammenstellung der Mittelzahlen ersieht man die Ergebnisse dieser Versuche.

		Stickstoff-düngung. g	Mehrertrag gegen stickstofffreie Düngung. Körner. g	Stroh. g	Setzt man den bei größerer Vertheilung der Stickstoffsalze erhaltenen Mehrertrag = 100, so ist bei geringerer Vertheilung der Stickstoffsalze erhalten worden:
Stickstoff in Form von salpetersaurem Natron gegeben	größere Vertheilung	0,196	22,5	11,7	100
		0,295	28,7	15,3	100
		0,393	37,5	19,7	100
		0,491	41,8	24,2	100
	geringere Vertheilung	0,196	21,0	11,7	96
		0,295	30,6	17,7	110
		0,393	40,5	21,2	108
		0,491	45,8	26,3	109
Stickstoff in Form von schwefelsf. Ammoniak gegeben	größere Vertheilung	0,196	16,9	10,7	100
		0,295	26,2	16,1	100
		0,393	33,2	19,0	100
		0,491	48,0	29,5	100
	geringere Vertheilung	0,196	18,5	11,1	107
		0,295	28,7	14,8	103
		0,393	37,6	19,7	110
		0,491	45,8	24,6	91.

Im Mittel aller Versuche hat der Chilisalpeter 106 Mehrertrag, das schwefelsaure Ammoniak 103 Mehrertrag bei **geringerer** Vertheilung der Salze gegen 100 Mehrertrag bei **größerer** Vertheilung der Salze ergeben.

Die in geringerer Vertheilung oder concentrirterer Lösung der Haferpflanze gebotenen Stickstoffsalze haben also übereinstimmend etwas **besser** gewirkt als die in größerer Vertheilung oder verdünnterer Lösung gebotenen.

Ein vom Chilisalpeter abweichendes Verhalten hat das Ammoniaksalz hierbei nicht gezeigt und jedenfalls geht aus den Resultaten nicht hervor, daß die Pflanzen eine concentrirtere Ammoniaklösung weniger gut vertragen könnten als eine concentrirtere Salpeterlösung.

Berücksichtigt man hierbei noch, daß die von uns gegebenen Stickstoffdüngungen (pro Hektar berechnet: 40, 60, 80 und 100 Kilo Stickstoff) erheblich höher waren, als man sie in der Praxis anzuwenden pflegt, ein etwaiger Unterschied zwischen

Ammoniak- und Salpeterwirkung also um so deutlicher hätte hervortreten müssen, so wird man wohl mit genügender Sicherheit annehmen dürfen, daß Boden-, Düngungs- und Witterungs-Verhältnisse, welche eine verhältnißmäßig starke Concentration und geringere Vertheilung der Stickstoffsalze zur Folge haben, auf die Wirkung des Ammoniaksalzes keinen wesentlich anderen Einfluß ausüben werden als auf diejenige des Chilisalpeters. Jedenfalls wird der Einfluß solcher Verhältnisse, falls er zu einem die Vegetation benachtheiligenden sich gestalten sollte, die Wirkung der Ammoniakdüngung nicht mehr benachtheiligen als diejenige der Salpeterdüngung.

Im Gegentheil: sehr starke Salpeterdüngungen verträgt die Kulturpflanze schlechter als entsprechend starke Ammoniaksalzdüngungen.

Uebermäßig starke Salpeterdüngungen wirken verzögernd auf die Entwickelung der Pflanzen ein, selbst da schon, wo die entsprechenden Ammoniaksalzdüngungen dies noch nicht thun. Holen die Salpeterpflanzen die Ammoniakpflanzen später auch wieder ein, überholen sie sie sogar, so wird doch im Anfang der Vegetation der Salpeterstickstoff langsamer von den Pflanzen aufgenommen und langsamer verarbeitet als der Ammoniakstickstoff, sobald beide Stickstoffsalze in sehr großen Gaben verabreicht werden.

Die Resultate der Versuchsreihe 2, bei welcher die Pflanzen (Rübsen) in verschiedenen Entwickelungsstadien geerntet wurden, geben hierfür einen sehr deutlichen Zahlenausdruck.

Die folgenden aus den betreffenden Tabellen sich berechnenden Verhältnißzahlen will ich hier mittheilen.

Die Pflanzen wurden incl. Wurzeln geerntet:	Stickstoffdüngung pro Gefäß. g	Setzt man den von den Ammoniakpflanzen aufgenommenen Stickstoff = 100, so haben unter sonst gleichen Verhältnissen die Salpeterpflanzen aufgenommen:
15 Tage nach der Einsaat	0,4	92
	0,8	88
	1,2	80

Die Pflanzen wurden incl. Wurzeln geerntet:	Stickstoffdüngung pro Gefäß. g	Setzt man den von den Ammoniakpflanzen aufgenommenen Stickstoff = 100, so haben unter sonst gleichen Verhältnissen die Salpeterpflanzen aufgenommen:
23 Tage nach der Einsaat	0,4	98
	0,8	97
	1,2	81
37 Tage nach der Einsaat	0,4	103
	0,8	104
	1,2	107.

Aus diesen Zahlen ersieht man, daß die mit Salpeter gedüngten Pflanzen während der ersten Vegetationsperiode erheblich weniger Stickstoff aufgenommen haben als die mit Ammoniaksalz gedüngten und zwar relativ um so weniger, je stärker die Stickstoffdüngung bemessen war. Bei der zweiten Periode sind nur die am stärksten gedüngten Salpeterpflanzen erheblich zurückgeblieben gegen die Ammoniakpflanzen, während in der dritten Periode die Salpeterpflanzen die Ammoniakpflanzen bereits überholt haben.

Diese Resultate sind sehr deutlich. Sie zeigen, daß, wenn bei sehr starken Stickstoffdüngungen eine Nebenwirkung der Stickstoffsalze ausgeübt wird, welche in einem die Entwickelung der Pflanzen relativ hemmenden Einfluß besteht, diese Wirkung vom Chilisalpeter in höherem Maße ausgeübt wird als vom schwefelsauren Ammoniak.

Ich glaube daher, daß ich mit Fug und Recht die in der Ueberschrift genannte Frage also beantworten darf:

Stark concentrirte Lösungen von schwefelsaurem Ammoniak können die Kulturpflanzen mindestens eben so gut vertragen als stark concentrirte Lösungen von Chilisalpeter.

28. Giebt es Verhältnisse, unter welchen das Natron des Chilisalpeters einen günstigen Einfluß auf die Pflanzenentwickelung ausübt, und wird man in manchen

Fällen die beobachtete Mehrwirkung des Chilisalpeters im Vergleich zum schwefelsauren Ammoniak auf die zur Frage gestellte Natronwirkung zurückführen können?

Versuche, welche diese Frage zum Gegenstand der Forschung gemacht haben, liegen von anderer Seite nicht vor.

Die von uns ausgeführten, aus 80 Parzellenversuchen bestehenden Reihen 9a und 9b, sowie die aus 60 Parzellenversuchen bestehenden Reihen 60a, 60b und 60c geben über diese Frage Aufschluß.

Bei den Versuchsreihen 9a und 9b wurden die folgenden Düngungen gegeben:

a, ohne Stickstoffdüngung,
b, Stickstoff in Form von salpetersaurem Natron,
c, „ „ „ „ „ Kalk,
d, „ „ „ „ schwefelsaurem Ammoniak,
e, „ „ „ „ „ „ nebst so viel Natron in Form von Chlornatrium, als dem in der Düngung b gegebenen salpetersauren Natron entsprach.

Ein Vergleich der Wirkungen dieser Düngungen mußte zeigen, ob und in welchem Maße das Natron des Chilisalpeters eine Nebenwirkung auf die Pflanzenentwickelung ausübt.

Als Versuchspflanze diente im ersten Jahr für die Hälfte der Parzellen Sommerroggen, für die andere Hälfte Lein, im zweiten Jahr auf den gleichen Parzellen und unter Wiederholung der gleichen Düngung Hafer und Rübsen, sowie nochmals unter Wiederholung der gleichen Düngung Hafer (grün geschnitten) als Nachfrucht auf den Rübsenparzellen. Als Bodenart diente ein leichter Sandboden.

Die ausführlicheren Zahlen über die Ergebnisse dieser Versuche ersieht man aus den Tabellen.

Ich führe hier die folgenden Durchschnittsresultate an.

Setzt man den durch salpetersaures Natron erhaltenen Mehrertrag gleich 100, so haben die übrigen Düngungen ergeben:

		Salpeters. Natron.	Salpeters. Kalk.	Schwefels. Ammoniak.	Schwefels. Ammoniak + Chlornatrium.
Erstes Jahr.	Sommerroggen . .	100	101	87	91
	Lein	100	97	79	82
Zweites Jahr.	Rübsen	100	112	93	83
	Hafer	100	90	74	82
	Hafer als Nachfrucht .	100	67	78	89.

Diese Resultate sind nicht von befriedigender Regelmäßigkeit, auch nicht — wie man aus den Einzelversuchen der Tabellen ersieht — von befriedigender Genauigkeit. Hätten wir sie in Gefäßen ausgeführt, anstatt auf Bodenparzellen, so wären ihre Resultate genauer ausgefallen.

Aber doch können sie uns einige Fingerzeige geben.

Betrachten wir zunächst die mit Rübsen erhaltenen Resultate. Es scheint so, als wenn das Natron auf diese Kulturpflanze nicht günstig gewirkt hat.

Der in Form von salpetersaurem Kalk dargebotene Stickstoff hat besser gewirkt als der in Form von salpetersaurem Natron gegebene, und das Ammoniak ohne Chlornatrium hat einen größeren Mehrertrag erzeugt als das unter Zusatz von Chlornatrium angewandte.

Auch andere Beobachtungen bestätigen dies.

Ich erinnere an die oben besprochene Versuchsreihe 2, bei welcher wir fanden, daß eine Düngung von salpetersaurem Natron im Vergleich zur Ammoniaksalzdüngung die Vegetation des Rübsen verzögerte. Auch mache ich auf die Resultate der Versuchsreihen 3a, 3b, 3c aufmerksam. Im ersten Jahr (Reihe 3a) wirkte salpetersaures Natron auf Rübsen besser als das Ammoniaksalz. Im zweiten und dritten Jahr jedoch (Reihe 3b und 3c), nachdem sich durch die wiederholte Düngung mit salpetersaurem Natron der Natrongehalt der Parzellen gesteigert hatte, wirkten die Ammoniaksalze besser auf Rübsen und Senf als der Salpeterstickstoff, während bei den Haferkulturen das Umgekehrte der Fall war.

Es scheint also, als wenn dem Rübsen starke Natron=düngungen nicht zuträglich sind.

Berechnen wir nun das Mittel aus den bei Roggen, Lein und Hafer erhaltenen Zahlen, so finden wir die folgenden Werthe:

Salpetersaures Natron	100	Ertrag.
Salpetersaurer Kalk	89	„
Schwefelsaures Ammoniak	80	„
„ „ + Chlornatrium	86	„

Diese Zahlen sind nicht scharf, die Differenzen sind zu gering; sie können nur Fingerzeige geben für eine weitere Fragestellung.

Die Parzelle, welche nur Ammoniakstickstoff erhalten hatte, hat den geringsten Ertrag geliefert. Zusatz von Chlornatrium hat den Ertrag erhöht, aber nicht bedeutend, und die Düngung mit salpetersaurem Kalk hat um 10% weniger geliefert als die Düngung mit salpetersaurem Natron.

Ein günstiger Einfluß des Natrons ist zu constatiren, aber er tritt nicht scharf genug hervor und er scheint beim Roggen und Lein geringer zu sein als beim Hafer.

In den darauf folgenden Jahren haben wir neue Ver=suchsreihen über die gleiche Frage ausgeführt, und wir sind bei der Einleitung dieser Versuche von folgender Ueberlegung ausgegangen.

Der günstige Einfluß des Natrons auf die Entwicke=lung der Pflanzen kann zwei verschiedene Ursachen gehabt haben.

Längst bekannt ist es den Landwirthen, daß eine Düngung mit Chilisalpeter den Boden fester bindet, und eine allgemein befolgte Regel ist die, daß man Rübenäcker, welche eine starke Salpeterdüngung erhalten haben, öfter und fleißiger mit der Hacke bearbeitet als solche, die mit schwefelsaurem Ammoniak gedüngt worden sind. Salpeterdüngung befördert die Krusten=bildung und diese Wirkung des Chilisalpeters beruht auf seinem Gehalt an N a t r o n. Das Natron wird durch Flächen=

anziehung vom Boden gebunden. In Folge dieser Bindung haften die Bodentheilchen fester an einander, und sie hemmen die Bewegung des Bodenwassers. Düngung mit Chilisalpeter wirkt erhöhend auf die wasserhaltende Kraft des Bodens, und diese Wirkung kann für sehr schweren Boden eine nachtheilige, für leichteren dagegen eine vortheilhafte sein.

Es ist also möglich, daß der günstige Einfluß des Natrons auf die Vegetation, wie wir ihn bei unseren Versuchen gefunden haben, zum Theil darauf beruht, daß die wasserhaltende Kraft des von uns verwandten leichten Sandbodens durch die Natrondüngung gesteigert worden ist*).

Aber noch eine andere und noch werthvollere Wirkung des Natrons ist anzunehmen.

Das Natron ist kein eigentlicher Pflanzennährstoff. Die landwirthschaftliche Kulturpflanze kann normal vegetiren, auch wenn ihr kein Natron zur Verfügung steht. Aber damit ist nicht ausgeschlossen, daß das Natron unter Umständen eine günstige Wirkung ausübt.

Suchen wir in der Litteratur nach, so finden wir Abhandlungen über indirecte Wirkungen einer Natrondüngung. Das Natron — so lesen wir — wirkt lösend auf Kali und Phosphorsäure und dadurch unter Umständen fördernd auf die Entwickelung der Pflanzen, doch ist diese Wirkung eine der Fruchtbarkeit des Bodens gefahrbringende, sie raubt den Boden aus und es kann nicht als rationell angesehen werden, die Kulturpflanzen mit Natron zu düngen. Das ist es, was wir mitgetheilt finden.

Ich will es nun nicht in Abrede stellen, daß das Natron eine derartige indirecte Wirkung, einen lösenden Einfluß auf die im Boden vorhandenen Phosphate und kalireichen Bestandtheile der Ackerkrume auszuüben vermag, allein — ich habe die Ueberzeugung, daß man das Maß dieses Einflusses über-

*) Ich werde an anderem Orte mich eingehender über diese Wirkung des Natrons aussprechen und bestimmtere Nachweise über dieselbe liefern. Mit diesem nur kurzen Hinweis auf dieselbe sei es hier genug.

schätzt, und daß die bei Natrondüngungen (Kochsalzdüngungen) beobachteten günstigen Erfolge weit mehr auf eine directe Wirkung des Natrons als auf eine indirecte zurückzuführen sind.

Ist das Natron insofern auch kein eigentlicher Pflanzennährstoff, als es den landwirthschaftlichen Kulturpflanzen entbehrlich ist, so waren es doch verschiedene Gründe, welche mich zu der Annahme führten, daß das Natron imstande sei, gewisse Vorgänge der Pflanzenernährung zu unterstützen und einen Theil derjenigen Functionen zu übernehmen, welche im Fall der Abwesenheit von Natron dem Kali obliegen.

Können auch die Pflanzennährstoffe sich unter einander nicht vollständig vertreten, so ist innerhalb gewisser Grenzen doch eine theilweise Vertretbarkeit möglich, wie es von Emil von Wolff beispielsweise für Phosphorsäure und Kieselsäure nachgewiesen worden ist.

Um über diese Frage Aufschluß zu erhalten, wurden die Versuchsreihen 60a, 60b, 60c ausgeführt.

Bei diesen Versuchsreihen wurde ein Lehmboden angewendet, der nicht so viel Kali enthielt, als zur Erzeugung von Maximalerträgen nothwendig war, ein Boden also, der sich als düngebedürftig für Kali erwiesen hatte.

Die Parzellen wurden gleichmäßig mit einem Ueberschuß von Phosphorsäure gedüngt, und sie erhielten außerdem die folgenden Differenzdüngungen:

a, keine Düngung,
b, 6 g Salpeterstickstoff (salpeters. Natron),
c, 6 „ Ammoniakstickstoff (schwefels. Ammoniak),
d, 6 „ Salpeterstickstoff + 5 g Kali in Form von Chlorkalium,
e, 6 „ Ammoniakstickstoff + 5 g Kali in Form von Chlorkalium,
f, 6 „ „ + 13,269 g Natron (dem Natrongehalt des bei b gegebenen salpetersauren Natrons entsprechend) in Form von Chlornatrium.

Als Versuchspflanze diente zunächst Gerste.

Die Resultate dieser Versuche mußten über die Frage Aufschluß geben, ob das Natron imstande sei, eine theilweise Vertretung des Kalis zu übernehmen.

Ich gebe in folgender Zusammenstellung die Mittelergebnisse der Versuchsreihe 60a.

Düngung.	Mehrertrag im Vergleich zu stickstofffreier Düngung. Stroh. g	Körner. g	Auf je 100 Theile des bei Salpeterstickstoff (salpeters. Natron ohne Beidüngung von Kali) erhaltenen Mehrertrages an Stroh und Körnern haben die übrigen Düngungen ergeben.
Salpeterstickstoff	246,1	157,0	100
Ammoniakstickstoff	175,3	125,4	75
Salpeterstickstoff + Kali . . .	250,9	170,5	105
Ammoniakstickstoff + Kali . .	219,0	171,3	97
Ammoniakstickstoff + Natron .	220,3	164,3	95.

Aus diesen Zahlen ersieht man das Folgende:

a. Das schwefelsaure Ammoniak hat erheblich geringer gewirkt als das salpetersaure Natron.

b. Wurde dem schwefelsauren Ammoniak Kali beigedüngt, so wirkte es eben so gut wie das salpetersaure Natron.

c. Wurde dem schwefelsauren Ammoniak Natron beigedüngt, so wirkte es eben so gut wie das salpetersaure Natron.

Ehe ich auf diese Resultate näher eingehe, will ich die der obigen Zusammenstellung entsprechenden Resultate anführen, welche eine im Jahr 1890 vorgenommene Fortsetzung dieser Versuche (Reihe 60b) auf den gleichen Parzellen und unter Beibehaltung der gleichen Düngungen ergeben hat.

Als Versuchspflanze hatten wir die gelbe Möhre gewählt.

Düngung.	Mehrertrag gegen ungedüngt. Kraut. g	Möhren. g	Auf je 100 Theile des bei Salpeterstickstoff (salpeters. Natron ohne Beidüngung von Kali) erhaltenen Mehrertrages von Kraut und Möhren haben die übrigen Düngungen ergeben.
Salpeterstickstoff	798	1603	100
Ammoniakstickstoff	753	1113	78
Salpeterstickstoff + Kali . . .	697	2458	131
Ammoniakstickstoff + Kali . .	584	1786	99
Ammoniakstickstoff + Natron .	777	2132	121.

Aus diesen Zahlen ergiebt sich das Folgende:

a. Das schwefelsaure Ammoniak hat erheblich weniger gewirkt als das salpetersaure Natron.

b. Wurde dem schwefelsauren Ammoniak Kali beigedüngt, so wirkte es genau so gut wie des salpetersaure Natron.

c. Wurde dem schwefelsauren Ammoniak Natron beigedüngt, so wirkte es noch erheblich besser als das salpetersaure Natron.

d. Durch Beidüngung von Kali konnte die Wirkung des salpetersauren Natrons erheblich gesteigert werden.

Diese Resultate sind scharf und für die Wirksamkeit der Natrondüngung beweisend.

Der Boden — so geht es aus den Zahlen unzweifelhaft hervor — ist düngebedürftig für Kali gewesen. Das schwefelsaure Ammoniak wirkte so gering, weil es an Kali fehlte. Beidüngung von Kali steigerte den Ertrag von 78 auf 99. Salpetersaures Natron dagegen ergab schon ohne Beidüngung von Kali den gleichen Ertrag (100), woraus zu schließen ist, daß das Natron des salpetersauren Natrons imstande war, das dem Boden für einen Ertrag von 100 fehlende Kali zu ersetzen. War aber dies der Fall, so mußte die Wirkung des schwefelsauren Ammoniaks auch durch Beidüngung von Natron zu steigern sein, und in der That — durch Beidüngung von Natron lieferte die Ammoniakdüngung 120 Ertrag, also noch um 20% mehr Ertrag als durch Beidüngung von Kali.

Aber ist dies letztere Resultat nicht auffallend?

Salpetersaures Natron hat 100 Mehrertrag ergeben, und die entsprechende Menge Stickstoff in Form von schwefelsaurem Ammoniak unter Zugabe der entsprechenden Menge Natron in Form von Chlornatrium hat **120** Mehrertrag ergeben. Wie ist dies Plus von 20 Mehrertrag zu erklären? Wohl nicht anders als durch die Annahme, daß nicht nur das Natron des Chlornatriums, sondern auch das mitgegebene Chlor ertragssteigernd gewirkt hat. Ist dies möglich? Ist es denkbar, daß das Chlor ertragssteigernd auf die Möhren gewirkt hat, während es doch bei den im Vorjahr auf den gleichen Parzellen ausgeführten Versuchen mit Gerste keine Wirkung hat erkennen lassen? Ganz unmöglich ist es wohl

nicht, denn ich mache darauf aufmerksam, daß in einer mittleren Möhrenernte nicht weniger als **sechsmal** so viel Chlor enthalten ist als in einer mittleren Gerstenernte. Es bleibt diese Nebenfrage weiter zu prüfen.

Wir haben nun also gesehen, daß das Natron eine ganz entschiedene Wirkung auf die Möhren ausgeübt und in hohem Grade den Ertrag gesteigert hat, weit mehr ihn gesteigert hat, als bei der im Vorjahre auf den gleichen Parzellen und unter Anwendung der gleichen Düngungen gebaueten Gerste. Welchen Grund aber sollen wir für diese letztere Erscheinung annehmen? Wie ist es zu erklären, daß das schwefelsaure Ammoniak im Vergleich zum salpetersauren Natron auf die Möhren erheblich geringer gewirkt hat als auf die Gerste, und daß eine Zugabe von Natron die Ammoniakwirkung viel eclatanter bei der Möhrenkultur zu steigern vermocht hat als bei der Gerstekultur? Ist etwa die theilweise Vertretbarkeit des Kalis durch Natron bei den Möhren noch leichter als bei der Gerste und sind etwa die Möhren in der Regel noch dankbarer gegen eine Natrondüngung als die Gerste? Ich weiß es nicht. Spätere Forschung mag darüber entscheiden.

Aber noch eine andere Erklärung ist möglich. Es konnte sein, daß in dem ersten Jahre der Boden noch nicht arm genug an Kali war, um eine Natronwirkung auf die Gerste so deutlich erkennen zu lassen, als sie im zweiten Jahr bei den Möhren auftrat. War dies der Fall, so mußte, wenn im dritten Jahr wieder Gerste auf den gleichen Parzellen gebauet wurde, nun auch — nachdem die Möhren den Boden noch kaliärmer gemacht hatten — bei der Gerste die Natronwirkung deutlich, jedenfalls deutlicher als im ersten Jahr zum Ausdruck kommen.

Wir haben dies geprüft.

Im dritten Jahr (1891) wurde auf den gleichen Parzellen und unter Wiederholung der gleichen Düngungen wieder Gerste gebauet.

Die Mittelergebnisse dieser Versuche zeigt die folgende Tabelle.

Düngung.	Mehrertrag im Vergleich zu stickstofffreier Düngung. Stroh. g	Körner. g	Auf je 100 Theile des bei Salpeterstickstoff (salpeters. Natron ohne Beidüngung von Kali) erhaltenen Mehrertrages an Stroh und Körner haben die übrigen Düngungen ergeben.
Salpeterstickstoff	260,6	151,7	100
Ammoniakstickstoff	174,2	104,1	67
Salpeterstickstoff + Kali . . .	289,4	185,3	115
Ammoniakstickstoff + Kali . .	227,9	160,7	94
Ammoniakstickstoff + Natron .	244,6	194,5	107.

Diese Ergebnisse sind genau so deutlich wie bei den Möhren. Im dritten Jahre — nachdem also der Boden durch die Gerstekultur im ersten und durch die Möhrenkultur im zweiten Jahr erheblich ärmer an Kali geworden war — ist auch bei den G e r s t e versuchen die Natronwirkung mit größter Deutlichkeit hervorgetreten und die Richtigkeit unserer obigen Darlegungen ist durch diese Versuche bestätigt worden.

Der besseren Uebersicht halber will ich die bei den dreijährigen Versuchen erhaltenen Resultate in folgenden Verhältnißzahlen hier zusammenstellen:

Auf je 100 Theile des bei Ammoniakstickstoff (ohne weitere Beidüngung) erhaltenen Mehrertrages sind durch die übrigen Düngungen erhalten worden:

Bei Düngung mit Stickstoff in Form von:	Erstes Jahr.	Zweites Jahr.	Drittes Jahr.	Mittel.
Ammoniak	**100**	**100**	**100**	**100**
„ + Kali .	130	127	140	**132**
„ + Natron	128	156	158	**147**
Salpetersäure + **Natron**	**134**	**129**	**148**	**137**
Salpetersäure + Natron + Kali .	140	169	171	**160.**

Diese Zusammenstellung zeigt in überraschender Weise die große Bedeutung der Natrondüngung.

Auf einem Boden, der relativ arm war an Kali, hat eine Düngung mit schwefelsaurem Ammoniak **erheblich** weniger Mehrertrag (statt 137 nur 100) erbracht als die entsprechende Düngung mit salpetersaurem Natron. Die Wirkung des salpetersauren Natrons aber ist vom schwefelsauren Ammoniak erreicht

bezw. überschritten worden, wenn dem Ammoniakstickstoff entweder Chlorkalium **oder auch Chlornatrium** beigedüngt wurde.

Um alle Zweifel an diesem bisher noch nicht in so deutlicher Weise bekannt gewesenen Einfluß der Natrondüngung auf die Entwickelung der Kulturpflanzen zu beseitigen, führe ich noch die folgenden unserm umfänglichen Beweismaterial (den Tabellen 2 der Versuchsreihen 60a, 60b und 60c) entnommenen Zahlen an.

a. Die bei den Versuchsreihen 60a, 60b, 60c gewonnenen Mehrerträge enthielten an Kali und Natron:

Bei Düngung mit Stickstoff in Form von:	Erstes Jahr. Gerste. Kali.	Natron.	Zweites Jahr. Möhren. Kali.	Natron.	Drittes Jahr. Gerste. Kali.	Natron.
	g	g	g	g	g	g
1. **Ammoniak** . .	2,048	0,086	1,422	1,198	1,506	0
2. „ + Kali	3,236	0,161	5,275	0,780	3,078	0,017
3. „ + Natron	2,455	0,921	1,593	10.198	2,519	1,330
4. **Salpetersäure** + Natron . . .	2,400	0,942	0,710	10,105	1,635	1,623
5. **Salpetersäure** + Natron + Kali	2,869	0,564	4,388	9,257	3,573	1,540

b. Die bei den Versuchsreihen 60a, 60b, 60c gewonnenen Mehrerträge enthielten in **Summa** an Kali und Natron:

Bei Düngung mit Stickstoff in Form von:	Kali.	Natron.	Die Gesammtmehrerträge betrugen in relativen Zahlen (Ertrag von Ammoniakdüngung = 100 gesetzt).
	g	g	
1. Ammoniak	5,0	1,3	100
2. „ + Kali	11,6	1,0	132
3. „ + Natron	6,6	12,4	147
4. Salpetersäure + Natron . .	4,7	12,7	137
5. „ + Natron + Kali	10,8	11,4	160.

Aus diesen Zahlen ersieht man das Folgende:

a. Mit Hülfe von **5,0** g Bodenkali hat der Ammoniakstickstoff **100** Mehrertrag erzeugt (Versuch 1).

b. Mit Hülfe von 5,0 g Bodenkali + 6,6 g Düngerkali, zusammen **11,6** g Kali hat der Ammoniakstickstoff **132** Mehrertrag erzeugt (Versuch 2).

c. Mit Hülfe von **6,6** g Bodenkali + 12,4 g Dünger**natron** hat der Ammoniakstickstoff **147** Mehrertrag erzeugt (Versuch 3).

d. Mit Hülfe von **4,7** g Bodenkali + 12,7 g Dünger**natron** hat der Salpeterstickstoff **137** Mehrertrag erzeugt (Versuch 4).

e. Mit Hülfe von 4,7 g Bodenkali + 6,1 g Düngerkali, zusammen **10,8** g Kali + 11,4 g Dünger**natron** hat der Salpeterstickstoff **160** Mehrertrag erzeugt.

Hieraus geht ohne jeden Zweifel hervor, daß das Natron einen wesentlichen Einfluß auf die Entwickelung der Pflanzen auszuüben vermag, und daß die Kulturpflanzen aus ein und derselben Kalimenge fast **um die Hälfte mehr** Erntesubstanz zu erzeugen vermögen, wenn man sie mit Chlornatrium düngt.

Für alle dem Kali zukommenden Functionen im Ernährungsproceß der Pflanzen das Natron zu substituiren ist nicht möglich, allein: **die Natrondüngung bewirkt eine höhere Ausnutzung des verfügbaren Kalis,** und in dieser Begrenzung ist es möglich, auf einem Boden, dessen Erträge durch Kalidüngung zu steigern sein würden, eine gewisse Ertragssteigerung **auch durch eine Natrondüngung** zu bewirken.

Ich glaube, daß diese Thatsache einer hohen Verwerthung in der landwirthschaftlichen Praxis fähig ist*).

Bei anderer Gelegenheit werde ich eingehender auf diesen Gegenstand zurückkommen. Ich will mich an dieser Stelle darauf beschränken, einige Beispiele anzuführen, welche darthun, wie klärend die von uns festgestellte Thatsache auf eine Reihe von Erscheinungen wirkt, die man in der landwirthschaftlichen

---

*) Ich habe beim Nachschlagen in der Litteratur eine Publication von P. Champion und H. Pellet (Comptes rendus 1875, 80. Bd., Nr. 25) gefunden, in welcher bereits aus Aschenanalysen auf eine theilweise chemische Vertretbarkeit der Basen geschlossen wird, ohne daß jedoch auf die Frage einer daraus etwa abzuleitenden Düngewirkung des Natrons &c. Rücksicht genommen wird.

Praxis beobachtet hat, und die man meist als einfache Erscheinungen hingenommen hat, ohne eine Erklärung für sie zu suchen.

1. Ammoniaksalzdüngungen haben ganz besonders auf die viel Kali bedürfenden **Wurzelfrüchte**, auf Zuckerrüben, Futterrüben, Kartoffeln, erheblich schlechter gewirkt als die entsprechenden Salpeterdüngungen.

So haben namentlich die auf Märcker's Veranlassung ausgeführten Versuche es ergeben. Eine Erklärung hierfür aber ist nirgends versucht worden.

Durch unsere Versuche ist jene Minderwirkung bestätigt worden und eine Erklärung für dieselbe haben wir im Natrongehalte des Chilisalpeters und dem energischen, die Kaliwirkung steigernden Einfluß des Natrons auf die Entwickelung der Kulturpflanzen gefunden.

2. Von J. Samek*) wurden im Anstaltsgut St. Michele Versuche mit Ammoniaksalz und Chilisalpeter ausgeführt, bei welchen sich ergab, daß die Wirkung des Ammoniakstickstoffs bei Futterrüben nur **16**% (Blätter 83%), bei Haferkörnern **64**% (Stroh 53%) der Salpeterwirkung betrug. Bei den kalibedürftigen Rüben also war die Ammoniakwirkung erheblich geringer als bei dem weniger Kali bedürfenden Hafer. Den Stickstoffsalzen war nur **Phosphorsäure** beigedüngt worden und kein Kali. Hätte man auch Kali beigedüngt oder den Ammoniakpflanzen **Natron** gegeben, so würden die Ammoniakpflanzen sich vermuthlich eben so gut entwickelt haben als die Salpeterpflanzen, und man würde vielleicht gefunden haben, daß die gleichzeitig über das Kalibedürfniß des Bodens ausgeführten Versuche unrichtig angelegt waren.

Man hatte der **Salpeter**düngung eine Beidüngung von Kali gegeben, um das Kalibedürfniß des Bodens zu prüfen, nicht aber der **Ammoniak**düngung. Das Natron der Salpeterdüngung aber machte im gegebenen Fall die Kalidüngung überflüssig,

*) Biedermann's Centralblatt 1889. S. 282.

letztere wirkte nicht, und man schloß daraus auf einen Kalireichthum des Bodens. Hätte man der Ammoniakdüngung Kali beigegeben, so würde man voraussichtlich eine Wirkung von der Kalidüngung erhalten und den Schluß gezogen haben, daß der Boden kalibedürftig sei. In beiden Fällen aber wäre der Schluß nur relativ richtig gewesen, und man sieht, wie leicht man Täuschungen und Trugschlüssen bei derartigen Düngungsversuchen ausgesetzt ist, wenn man nicht alle Vorgänge klar überschauet.

Das folgende Beispiel wird diese Bemerkung weiter ergänzen und ihre Richtigkeit bestätigen.

3. Düngungsversuche in Rothamstedt von R. Warington*) haben ergeben daß, wenn man die Wirkung des Salpeterstickstoffs = 100 setzt, die Wirkung des Ammoniakstickstoffs betrug:

bei Gerste	69 bei Stroh und 80 bei Körnern,
„ Grasheu	31 (Mittel aus 18jährigen Versuchen),
„ Kartoffeln . . .	47 (Mittel aus 12jährigen Versuchen),
„ Mangoldwurzeln	27 (Mittel aus 10jährigen Versuchen).

Bei diesen Versuchen war ausschließlich mit Salpeter und ausschließlich mit Ammoniaksalz gedüngt worden.

Gab man dagegen eine Beidüngung von Phosphorsäure und Kali, so erhöhte sich die Wirkung des Ammoniakstickstoffs im Verhältniß zur Wirkung der Salpeterdüngung (letztere wie oben = 100 gesetzt):

bei Gerste auf . . .	87 bei Stroh und 89 bei Körnern,
„ Grasheu auf . .	80 (Mittel aus 18jährigen Versuchen) und
	86 (Mittel aus 28jährigen Versuchen),
„ Kartoffeln auf .	99 (Mittel aus 12jährigen Versuchen),
„ Mangoldwurzeln auf	74 (Mittel aus 10jährigen Versuchen).

Diese Resultate stehen in vollkommenem Einklang mit unseren Ergebnissen.

Die Beidüngung von Kali hat den Ammoniakstickstoff zu erheblich größerer Wirkung gebracht, ebenso wie auch eine dem

*) Sonderabdruck aus «The Gas Engineer's Annual for 1889.

Natrongehalt des Chilisalpeters entsprechende Natrondüngung es gethan haben würde.

Es ist auffallend, daß man während der 10- bis 28jährigen Durchführung dieser Versuche sich mit dem bloßen Resultat begnügt hat, daß das Ammoniak nur bei Zugabe von „Mineraldüngung" eine dem Salpeter nahezu gleichkommende Wirkung gezeigt hat. Versuche, dieser Erscheinung auf den Grund zu kommen, sind nicht gemacht worden, wenigstens findet sich darüber nichts in der betreffenden Abhandlung. Warington sagt nur: „Natronsalpeter setzt offenbar die von Natur im Boden enthaltenen Aschebestandtheile in Freiheit und macht sie für den Pflanzenwuchs verwendbar, weit mehr als dies durch Ammoniaksalze geschieht. Die Rothamstedter Versuche beweisen das."

Daß diese Behauptung aber unrichtig ist und jene Erscheinung auf einer ganz anderen Ursache beruht, haben wir oben gezeigt. Nicht dadurch, daß der Chilisalpeter lösend auf das Bodenkali gewirkt hat, ist die Mehrwirkung dieses Stickstoffsalzes entstanden, sondern dadurch, daß das Natron des Salpeters in die Pflanze eingetreten und Functionen verrichtet hat, die eine Vermehrung der Kalizufuhr (durch welche nachgewiesenermaßen die gleiche Ertragserhöhung erzielt werden konnte) unnöthig machte.

4. Dr. Baeßler*) berichtet über Versuche, welche auf ministerielle Veranlassung im Jahre 1888 von der Versuchsstation Regenwalde angestellt wurden. Er fand, daß eine Düngung von 100 Kilo Chilisalpeter einen Mehrertrag von **1456** Kilo Kartoffeln, die entsprechende Ammoniakdüngung aber nur **37** Kilo Kartoffeln erbracht hatte, während bei Versuchen mit Hafer kein erheblicher Unterschied zwischen Ammoniak- und Salpeterwirkung sich zeigte. Eine Erklärung für dies Ergebniß ist nicht versucht worden.

---

*) Biedermann's Centralblatt 1889. S. 14.

Wir sehen hier also wieder, daß der viel Kali bedürfenden Kartoffel die Ammoniakdüngung nicht genügte, die viel Natron zuführende Salpeterdüngung dagegen das verfügbare Kali zu besserer Ausnutzung brachte, während für den Hafer auch ohne Natrondüngung der Kalivorrath reichte. Hätte man den Kartoffeln eine Beidüngung von Kainit gegeben, so würde das Ammoniak wohl nicht weniger gut gewirkt haben als der Salpeter, für welche Vermuthung auch noch der Umstand spricht, daß der Kaligehalt des betreffenden Bodens mit nur 0,11 % angegeben wird!

5. Unter den Halmgewächsen ist es besonders die Gerste gewesen, auf welche, wie man es bei Felddüngungsversuchen (Märcker) gefunden hat und wie es durch unsere Versuche bestätigt worden ist, eine Salpeterdüngung besser gewirkt hat als eine Ammoniakdüngung.

Auch dies findet eine Erklärung in den Ergebnissen unserer Versuche. Die Gerste hat unseren Ermittelungen gemäß ein größeres Düngebedürfnis für Kali als beispielsweise der Hafer. Hat sie aber dies, so wird sie auch hervorragend dankbar sein für eine im Chilisalpeter ihr gebotene Natrondüngung, durch welche das verfügbare Kali, wie wir es oben gezeigt haben, zu höherer Ausnutzung gebracht wird. Daß unter den Halmgewächsen ganz besonders also die Gerste den Chilisalpeter mehr liebt als das schwefelsaure Ammoniak, steht in vollkommenem Einklang mit den obigen Ausführungen und den Ergebnissen unserer Versuche.

6. Vom Kainit hat man — besonders auf den kaliarmen Sand-, Moor- und Wiesenböden — oft eine erheblich bessere Wirkung erhalten als von der dem Kaligehalt des Kainits entsprechenden Menge Chlorkalium.

Hierfür geben unsere Resultate die Erklärung: Der circa 30 % betragende Chlornatriumgehalt des Kainits hat die Wirkung des Kalis zu steigern vermocht.

Damit sei die Ammoniakdüngungsfrage hier geschlossen. Ich glaube, daß sie durch die in den Kapiteln 18—26 besprochenen Forschungsergebnisse zu einem vorläufigen Abschluß gebracht worden ist, und ich wende mich jetzt einer Besprechung der außer Chilisalpeter und Ammoniaksalz in Betracht kommenden Stickstoffdünger zu, den verschiedenen Düngemitteln, welche den Stickstoff in organischer Form enthalten.

29. Wie groß ist der relative Düngewerth des in „organischen“ Stickstoffdüngern (Knochenmehl, Fleischmehl, Fischmehl, Peruguano, Blutmehl, Hornmehl, Ledermehl, Wollstaub, Stallmist, Oelkuchenmehl und grüner Pflanzenmasse) enthaltenen Stickstoffs?

Ueber diese Frage liegen namentlich von Eckenbrecher, Kellner, Petermann Arbeiten vor.

Eckenbrecher*) fand bei Haferdüngungsversuchen, daß, wenn die Wirkung des Salpeterstickstoffs = 100 gesetzt wird, die Wirkung des Stickstoffs

im Knochenmehl	100	bei Stroh,	77	bei Körnern,
„ Hornmehl	91	„ „	56	„ „
„ Blutmehl	86	„ „	65	„ „
„ Rohguano	6	„ „	6	„ „

betrug. Die Versuche wurden in sterilem Sand, der in Kästen gefüllt war, ausgeführt. Die etwaige Nachwirkung der langsamer sich zersetzenden Düngemittel im zweiten Jahre ist nicht geprüft worden.

Kellner**) fand, daß die organischen Stickstoffdünger erheblich besser wirkten als das schwefelsaure Ammoniak, ein Resultat, welches nach Kellner in dem Umstande seine Erklärung findet, daß der Ammoniakstickstoff (die Versuche wurden in Japan ausgeführt) sehr schnell in Salpetersäure überging

*) Landw. Versuchsstationen 1884.
**) Biedermann's Centralblatt 1890. S. 307.

und diese durch Regen ausgewaschen wurde, ehe die Pflanzen sie vollständig aufgenommen hatten.

A. Petermann*) hat wiederholt Versuche über den Wirkungswerth verschiedener organischer Stickstoffdüngemittel, namentlich über den Werth der in Belgien viel producirten Wollabfälle, ausgeführt und hat gefunden, daß unter Berücksichtigung aller Versuche, welche über den landwirthschaftlichen Werth stickstoffhaltiger Düngemittel seit 1880 von ihm durchgeführt worden sind, bezüglich der Wirksamkeit des Stickstoffs obenan stand der Chilisalpeter, und diesem folgte das Blutmehl, dann die mit Schwefelsäure aufgeschlossene Wolle, dann das Knochenmehl, dann die rohe Wolle und zuletzt das Ledermehl. —

Die bisher ausgeführten Versuche aber geben noch kein vollkommen klares Bild über die relative Wirksamkeit der organischen Stickstoffdünger. Die Resultate zeigen oft große Widersprüche unter einander, es fehlt ferner eine möglichst vollständige Reihe vergleichbarer Versuche über die verschiedenen hier in Betracht kommenden Düngemittel, und es fehlt vor allen Dingen die Berücksichtigung der Nachwirkung der langsamer sich zersetzenden Substanzen.

Wenn bei einem Düngungsversuch 100 Theile Salpeterstickstoff 100 Mehrertrag, 100 Theile Knochenmehlstickstoff etwa 50 Mehrertrag erbracht haben, so giebt dies Resultat noch kein vollständiges Bild von dem Wirkungswerth des Knochenmehlstickstoffs, denn die Hälfte des Knochenmehlstickstoffs ist im Boden verblieben und wird eine Nachwirkung ausüben, während vom Salpeterstickstoff keine Nachwirkung zu erwarten steht.

Wir haben daher geglaubt, die Frage des relativen Werthes der verschiedenen Stickstoffdünger einer umfassenden Bearbeitung unterwerfen zu sollen und haben die folgenden Principien bei der Ausführung der Versuche zur Grundlage genommen.

1. Die Versuche müssen mehrere Jahre hinter einander

*) Bulletin de la station agricole expérimentale de l'état à Gemblouse 1886. Nr. 36.

auf den gleichen Parzellen und unter jährlicher Wiederholung der gleichen Düngungen ausgeführt werden. Ueben die organischen Stickstoffdünger eine Nachwirkung aus, so wird die Wirkung derselben, verglichen mit der Wirkung der Stickstoffsalze, eine von Jahr zu Jahr sich steigernde sein.

2. Es ist eine möglichst große Anzahl verschiedener organischer Stickstoffdünger für die gleiche Versuchsreihe zu verwenden, um möglichst viele derselben mit einander in Vergleich bringen zu können und auf solche Weise ein möglichst vollständiges Bild zu erhalten.

3. Der zu verwendende Boden muß kalkhaltig genug sein, um den Nitrificationsproceß ungehindert vor sich gehen zu lassen.

4. Die physikalischen Eigenschaften des Bodens dürfen nicht extrem günstig oder extrem ungünstig sein. Man wählt am besten einen Boden von mittlerer Beschaffenheit, und es bleibt für weitere Forschungen vorbehalten, zu prüfen, ob und in welcher Richtung und in welchem Maße die Resultate sich ändern, wenn unter extremen Bodeneigenschaften die Versuche wiederholt werden.

5. Sämmtliche Düngemittel sind im Frühjahr und nicht im Herbst zu geben, damit eine Versickerung löslicher Stickstoffverbindungen, wie sie während der Wintermonate geschehen könnte, ausgeschlossen bleibt.

6. Es ist dafür zu sorgen, daß das Ernteresultat lediglich einen Ausdruck für die Wirkung des **Stickstoffs** der verschiedenen Düngemittel giebt. Enthält ein Düngemittel außer dem Stickstoff noch Phosphorsäure (wie beispielsweise das Knochenmehl) oder auch noch Kali (wie beispielsweise der Guano, die grüne Pflanzensubstanz, der Stallmist, das Oelkuchenmehl) so ist dafür zu sorgen, daß eine Wirkung dieser Nährstoffe nicht im Ernteresultat zum Ausdruck kommt. Die außer Stickstoff in den Düngemitteln enthaltenen Stoffe aber sind dadurch unwirksam zu machen, daß man den Boden mit einem Ueberschuß derselben versieht. Ein Boden, der bereits einen genügenden Ueberschuß an Phosphorsäure enthält, wird sich gegen eine Phos-

phorsäuredüngung indifferent verhalten und nur der Knochenmehlstickstoff wird auf ihm zur Wirkung kommen, wenn er mit Knochenmehl gedüngt wird (Näheres hierüber S. 29).

7. Sämmtliche Versuchsparzellen müssen von allen Pflanzennährstoffen außer **Stickstoff** so viel oder genauer etwas mehr enthalten als zur Production eines Maximalertrages nothwendig ist.

8. Vom Stickstoff dagegen ist weniger zu geben als zur Production eines Maximalertrages nothwendig ist, damit die gegebenen Stickstoffmengen unter allen Umständen zur vollen Wirkung kommen können.

9. Um zu prüfen, ob die unter 7 und 8 aufgestellten Forderungen erfüllt worden sind, ist der Stickstoff in mindestens zwei verschieden großen Gaben anzuwenden.

10. Der Stickstoffgehalt des Bodens muß ein niedriger sein, damit verhältnißmäßig starke Stickstoffdüngungen gegeben werden können und die Genauigkeit der Versuchsresultate dadurch erhöht wird.

11. Von den geringer wirkenden, langsamer sich lösenden Stickstoffdüngern muß entsprechend mehr gegeben werden als von den stärker wirkenden, damit die Fehlergröße bei allen Versuchen möglichst gleich ist.

12. Die Versuche sind sowohl auf Bodenparzellen als auch in Gefäßen auszuführen. Die Gefäßversuche bieten den Vortheil, daß Stickstoffverluste durch Versickerung in den Untergrund ausgeschlossen sind, während die Parzellen den Vortheil bieten, daß die Erwärmung des Bodens eine den natürlichen Verhältnissen des Ackerbodens besser angepaßte ist.

Unter Befolgung dieser Principien wurden die aus zusammen 366 Einzelversuchen bestehenden Reihen 10a, 10b, 10c, 39a, 39b und 17 von uns ausgeführt.

Ich will zunächst die Reihen 10a—10c hier besprechen.

Die Versuche wurden auf Bodenparzellen ausgeführt. Als Boden diente ein mittlerer Lehmboden aus dem Odenwald, als Versuchspflanze im ersten Jahre Sommerroggen, dann

folgte Sommerweizen, dann Möhren. Der Stickstoff wurde in zwei verschiedenen Mengen: 1,696 g und 3,392 g pro Parzelle bei den schneller wirkenden Düngemitteln (Salpeter, Ammoniaksalz, Knochenmehl, Fleischmehl, Fischguano, Peruguano, Blutmehl und Hornmehl) gegeben, während von den langsamer wirkenden Düngemitteln (Ledermehl, Wollstaub, Ricinuskuchenmehl, grüne Pflanzenmasse und Stallmist) 3,392 g und 6,784 g Stickstoff angewendet wurde. Diese Stickstoffgaben waren so bemessen worden, daß sie — wie auch schon das Ansehen der Pflanzen es deutlich erkennen ließ — nicht ganz ausreichten (auch die stärkeren nicht), um Maximalerträge zu erzielen. Es trat in allen Jahren und auf allen Parzellen deutlicher Stickstoffhunger ein, so daß man — wie ja auch die mitzutheilenden Erträge es ergeben haben — die Sicherheit hatte, daß der zur Verfügung gestellte Stickstoff von den Pflanzen vollkommen verarbeitet worden war.

Bezüglich der Einzelresultate der Versuche auf die Tabellen verweisend, führe ich nachstehend die aus unseren Versuchen sich ergebenden und auf die relative Wirkung des Stickstoffs sich beziehende Reihenfolge der verschiedenen von uns verwendeten Düngemittel an unter Beifügung der aus den betreffenden Tabellen sich berechnenden Verhältnißzahlen.

Wenn die im Mehrertrage zurückgewonnene Stickstoffmenge beim Salpeterstickstoff = 100 gesetzt wird, so ist bei den übrigen Düngemitteln erhalten worden:

	Bei den Versuchen des ersten Jahres.	Im Mittel der Versuche des ersten u. zweiten Jahres.	Im Mittel der Versuche des ersten, zweiten und dritten Jahres.
Salpetersaures Natron	100	100	100
Schwefelsaures Ammoniak	85	74	88
Unaufgeschlossener Peruguano	84	88	80
Blutmehl	67	67	69
Ricinuskuchenmehl . .	62	65	67
Grüne Pflanzenmasse .	62	60	68
Hornmehl	63	61	63
Fischguano	51	59	64

	Bei den Versuchen des ersten Jahres.	Im Mittel der Versuche des ersten u. zweiten Jahres.	Im Mittel der Versuche des ersten, zweiten und dritten Jahres.
Gedämpftes Knochenmehl	42	53	61
Fleischmehl	44	47	54
Wollstaub	27	28	33
Stallmist	11	16	32
Ledermehl	13	12	20.

Gruppirt man die einander nahestehenden Düngemittel und berechnet man aus obigen Zahlen die Mittelwerthe, so beträgt die Ausnutzung des Stickstoffs:

1) beim Chilisalpeter 100
2) „ schwefelsauren Ammoniak und unaufgeschlossenen Peruguano 83
3) „ Blutmehl, Hornmehl, Ricinuskuchenmehl und der grünen Pflanzenmasse 65
4) „ Knochenmehl, Fischmehl, Fleischmehl 53
5) „ Wollstaub und Stallmist 25
6) „ Ledermehl . . . . 15.

Es ist selbstverständlich, daß diese Werthzahlen nur ein ganz ungefähres Bild von dem Wirkungsverhältniß geben können, in welchem die genannten Stickstoffdünger zum Salpeterstickstoff stehen. Werthzahlen aufzusuchen, welche für alle Fälle eine absolute Gültigkeit haben, wäre widersinnig.

Kommen in der Praxis Verhältnisse vor, welche für die Fäulniß und die Nitrification der organischen Düngemittel günstiger sind, als die für unsere Versuche gewählten — ist der Boden etwa reicher an Humus, reicher an Kalk, lockerer, wärmer ꝛc., oder bauet man Pflanzen, welche eine längere Vegetationsdauer haben und damit eine größere Ausnutzungsfähigkeit für organischen Stickstoff besitzen — so werden sämmtliche der obigen Werthe sich etwas erhöhen, und im entgegengesetzten Fall (bei weniger günstigen Verhältnissen also) sich etwas erniedrigen.

Auch nicht nur das Werthverhältniß der ganzen Reihe der aufgeführten organischen Düngemittel zum Salpeterstickstoff wird Schwankungen unterworfen sein, sondern auch das Werthverhältniß unter den einzelnen Stickstoffdüngern wird inner-

halb gewisser Grenzen wechseln können, denn der Grad der Zersetzbarkeit ist nicht bei jedem Knochenmehl, nicht bei jedem Fleischmehl, jedem Ledermehl, Stallmist ꝛc. vollkommen derselbe. Differenzen in der äußeren und inneren Beschaffenheit und Zusammensetzung der Düngemittel werden auch kleine Unterschiede in ihrer Wirksamkeit hervorbringen.

Um dieser Frage näher zu treten, wollen wir die Versuchsreihen 39a, 39b und 17 betrachten.

Diese Versuche wurden nicht auf Parzellen, sondern in Gefäßen ausgeführt. In Gefäßen aber erwärmt sich die Erde bedeutend stärker als auf den Parzellen, also dürften wir aus diesem Grunde eine Aenderung der Werthverhältnisse erwarten.

Es wurden ferner die Versuche theils auf einem Lehmboden von mäßigem Kalkgehalt (0,5 % kohlensaurer Kalk bei Versuchsreihe 39, 1,0 % kohlensaurer Kalk bei Versuchsreihe 17), theils auf dem gleichen, aber mit einer sehr starken Mergelung (200 g Misburger Mergel pro Gefäß) versehenen Boden ausgeführt, so daß der etwaige Einfluß des kohlensauren Kalks auf die Zersetzbarkeit oder die Wirksamkeit der organischen Stickstoffdünger zugleich geprüft werden konnte.

Des Näheren auf die Tabellen verweisend, führe ich, wie es oben bei der Versuchsreihe 10 geschehen ist, die nachfolgenden Mittelwerthe hier an.

a. Versuchsreihe 17.

Wenn die im Mehrertrag zurückgewonnene Stickstoffmenge beim Salpeterstickstoff gleich 100 gesetzt wird, so ist bei den übrigen Düngemitteln erhalten worden:

Salpetersaures Natron	100
Schwefelsaures Ammoniak	85
Blutmehl	71
Grüne Pflanzenmasse	65.

b. Versuchsreihe 39a und 39b (Boden ohne Mergelzusatz).

Wenn die im Mehrertrag zurückgewonnene Stickstoffmenge beim Salpeterstickstoff gleich 100 gesetzt wird, so ist bei den übrigen Düngemitteln erhalten worden:

	Bei den Versuchen des ersten Jahres.	Im Mittel der Versuche des ersten und zweiten Jahres.
Salpetersaures Natron . .	100	100
Schwefels. Ammoniak . .	91	91
Blutmehl	67	76
Hornmehl	63	72
Grüne Pflanzenmasse . .	65	77
Wollstaub	13	27
Stallmist	12	26.

Bei den Gefäßversuchen ist der Wirkungswerth der organischen Düngemittel im Vergleich zum Salpeterstickstoff durchschnittlich etwas höher ausgefallen als bei den Parzellenversuchen, was sich aus der stärkeren Erwärmung der in den Gefäßen eingeschlossenen und der Sonne mehr ausgesetzten Erde erklärt.

Vergleicht man aber die organischen Düngemittel unter einander, so findet man, daß ein wesentlicher Unterschied zwischen den Ergebnissen der Parzellenversuche einerseits und den Ergebnissen der Gefäßversuche andererseits nicht besteht. Nur beim Wollstaub und Stallmist finden sich größere Unterschiede, was aber nicht auffallend erscheint, wenn man bedenkt, daß durch die an sich geringe Wirkung dieser Düngemittel die Fehlergrenze der Zahlen sich erheblich erhöhen mußte.

Es erübrigt noch, den Einfluß der Mergelung des Bodens auf das Wirkungsverhältniß der Düngemittel zu constatiren, wie man ihn aus den folgenden Verhältnißzahlen, die aus den Tabellen 2 der Versuchsreihe 39a und 39b berechnet sind, ersieht.

Setzt man die auf nicht gemergeltem Boden in den Mehrerträgen zurückgewonnenen Stickstoffmengen gleich 100, so ist auf gemergeltem Boden erhalten worden:

	Bei den Versuchen des ersten Jahres.	Im Mittel der Versuche des ersten u. zweiten Jahres.
Salpeters. Natron . . .	111	110
Schwefels. Ammoniak . .	105	100
Blutmehl	96	98
Hornmehl	109	110
Grüne Pflanzenmasse . .	100	97
Wollstaub	100	100
Stallmist	111	110
Mittel	105	104.

Durch die Mergelung des Bodens also ist die Stickstoffausnutzung im Mittel um circa 5 % erhöht worden; das Wirkungsverhältniß unter den einzelnen Düngemitteln aber hat durch den Einfluß der Kalkmergelung keine Veränderung erlitten, welche groß genug wäre, um aus den erhaltenen Differenzen speciellere Schlüsse ziehen zu können.

Die Versuchsreihen 17, 39a und 39b haben es also bestätigt, daß wir die oben angegebenen, aus unseren zahlreichen Versuchen berechneten Werthe als Anhaltspunkte gelten lassen dürfen, um über den ungefähren relativen Düngewerth der genannten organischen Düngemittel ein Urtheil zu gewinnen.

Führen wir uns die erhaltenen Zahlen nochmals vor Augen und überlegen wir es, welchen Gebrauch wir von ihnen machen können.

Wir haben — den Salpeterstickstoff = 100 gesetzt — die folgenden durchschnittlichen Wirkungswerthe gefunden.

Salpeterstickstoff	100
Stickstoff im schwefels. Ammoniak u. rohem Peruguano	83
„ „ Blutmehl, Hornmehl, Ricinuskuchenmehl, und grüner Pflanzenmasse	65
„ „ Knochenmehl, Fischmehl, Fleischmehl . .	53
„ „ Wollstaub und Stallmist	25
„ „ Ledermehl	15.

Ich will im Hinblick auf diese Zahlen zunächst die Frage stellen:

Sind Versuche bekannt, aus welchen sich eine ähnliche Reihenfolge der genannten Düngemittel bezüglich der Wirksamkeit ihres Stickstoffs ergeben hat?

Darauf ist zu antworten, daß Versuchsreihen, welche eine so große Anzahl verschiedener Stickstoffdüngemittel mit einander in Vergleich gezogen haben, nicht bekannt sind; hervorzuheben aber ist, daß — wie bereits Eingangs dieses Kapitels bemerkt worden ist — Versuche von Petermann ergeben haben, daß bezüglich der Wirksamkeit des Stickstoffs obenan zu stellen war:

der Chilisalpeter, und diesem folgten:

das Blutmehl,
„ Knochenmehl,
der Wollstaub,
das Ledermehl.

Dies Ergebniß deckt sich — wie man sieht — genau mit unseren Resultaten, nur lassen sich aus den von Petermann ausgeführten Versuchen keine bestimmten Zahlen ableiten, weil bei denselben die nicht mit Stickstoff gedüngten Vergleichsparzellen fehlen.

Sodann frage ich: Darf der Landwirth, wenn eine Gewichtseinheit Salpeterstickstoff 100 Pf. kostet, für die gleiche Gewichtseinheit Stickstoff

im Blutmehl, Hornmehl und Ricinusmehl	nur	65 Pf.
„ Knochenmehl, Fischmehl und Fleischmehl	„	53 „
„ Ledermehl	„	15 „

bezahlen, wie es den oben berechneten Werthen entspricht?

Auf diese Frage glaube ich antworten zu sollen, daß es zunächst wohl nicht vollkommen correct ist, ganz allgemein die genannten organischen Stickstoffdünger mit dem Chilisalpeter in directen Vergleich zu stellen, denn man kann nicht in allen Fällen den Salpeter durch organischen Stickstoff und ebenso wenig den organischen Stickstoff überall durch Chilisalpeter ersetzen. Will man den Pflanzen einen sehr schnell wirkenden Stickstoff bieten; kommt es darauf an, ihre Anfangsentwickelung zu beschleunigen oder eine ausgewinterte, eine zurückgebliebene oder durch Insekten beschädigte Saat durch eine Kopfdüngung zu kräftigen; oder will man in einer späteren Entwickelungsperiode die Stickstoffernährung forciren rc.: so ist eben kein anderes Düngemittel als der Chilisalpeter zu verwenden, und die Frage, ob man den Stickstoff nicht billiger im Blutmehl, Fleischmehl, Oelkuchenmehl rc. kaufen könnte, ist in solchen Fällen ganz und gar überflüssig.

Auch der umgekehrte Fall kann eintreten. Es kann empfehlenswerth sein, dem Boden einen mehr allmählich

wirkenden Stickstoffdünger, einen größeren Vorrath an Stickstoff zu geben. Es kann erwünscht sein, eine gleichzeitige Natrondüngung, wie sie durch den Chilisalpeter gegeben wird, zu vermeiden, und man kann Bedenken tragen, einem vielleicht sehr durchlässigen Boden größere Mengen von leicht versickerndem Salpeterstickstoff anzuvertrauen. In solchen Fällen ist eben nur ein organischer Stickstoffdünger zu wählen und derselbe kann nicht durch Chilisalpeter ersetzt werden.

Die Frage also: darf man für den Stickstoff der verschiedenen organischen Stickstoffdünger nur 65 oder 53 oder 25 oder 15 Pf. bezahlen, wenn der Salpeterstickstoff 100 Pf. kostet, ist nur für diejenigen Fälle correct, in welchen man thatsächlich eben so gut organischen Stickstoff als Salpeterstickstoff oder umgekehrt verwenden kann.

Die genannte Frage also wollen wir auf diese letztgedachten Fälle beschränken. Welche Antwort sollen wir nun auf sie geben?

Ich glaube, die Frage dahin beantworten zu sollen, daß der relative Werth des organischen Stickstoffs sich in der landwirthschaftlichen Praxis durchschnittlich etwas höher stellen wird, als er den obigen im Vergleich zum Chilisalpeter aufgestellten Verhältnißzahlen entspricht. Ich gebe hierfür die folgenden Gründe.

Von 100 Theilen Salpeterstickstoff wurden bei unseren Versuchen (Versuchsreihe 10) durchschnittlich 70 Theile in den Mehrerträgen zurückgewonnen. Das ist viel. In der Praxis wird man im Durchschnitt auf eine erheblich geringere Ausnutzung des Salpeterstickstoffs rechnen müssen, namentlich auf sehr durchlässigem Boden und bei nasser Frühjahrswitterung. Der organische Stickstoff unterliegt der Gefahr erheblicher Verluste weit weniger, und aus diesem Grunde wird man durchschnittlich auf ein etwas engeres Werthverhältniß zwischen Salpeterstickstoff und organischem Stickstoff rechnen können, als obige Zahlen es angeben.

Sodann kommt hinzu, daß — wie wir es durch unsere Versuche erwiesen haben — auch die Nachwirkung des orga-

nischen Stickstoffs in Anschlag zu bringen ist. Diese darf freilich nicht überschätzt werden. Wir haben gesehen, daß die Wirkung des in Form von Blutmehl, Hornmehl, Ricinusmehl und grüner Pflanzenmasse in den Boden gebrachten Stickstoffs bei jährlich auf den gleichen Parzellen wiederholter Düngung im zweiten und dritten Jahre zwar etwas gestiegen war, mithin eine Nachwirkung sich bemerklich machte, allein — es war diese Steigerung eine so geringe, daß sie eine Beachtung wohl kaum verdient. Größer war die Zunahme der Wirkung bei den langsamer sich zersetzenden Düngemitteln, beim Knochenmehl, Fleischmehl, Wollstaub, Stallmist und Ledermehl, welche im ersten Jahr nur erst einen sehr geringen Bruchtheil ihres Stickstoffgehaltes den Pflanzen zur Verfügung gestellt hatten, und bei diesen Düngemitteln ist auf eine weitere kleine Steigerung der Wirkung noch zu rechnen. Immerhin aber wird auch hier dieselbe nicht bedeutend sein. Man darf es eben nicht vergessen, daß von der organischen stickstoffhaltigen Substanz ein Theil in Verbindungen übergeht, die sich ungemein langsam im Boden zersetzen, und daß gerade die langsam in Fäulniß übergehenden Düngemittel (Stallmist, Wollstaub, Ledermehl) es sind, die den relativ größeren Bruchtheil ihrer Substanz in sehr langsam zersetzbare, torfartige, humusartige Verbindungen übergehen lassen.

Sodann ist zu beachten, daß bei der Fäulniß organischer stickstoffhaltiger Stoffe nicht — wenigstens nicht unter allen Umständen — die ganze Menge des vorhandenen Stickstoffs in chemischer Bindung bleibt. Ein je nach Umständen bald größerer, bald geringerer Bruchtheil des Stickstoffs wird bei der Zersetzung frei und entweicht in die Luft, geht also der landwirthschaftlichen Nutzung verloren. Genügende Klarheit ist in diese Vorgänge noch nicht gebracht worden. Wie groß der gedachte Stickstoffverlust sein kann und durch welche Verhältnisse er vergrößert oder vermindert wird, das weiß man noch nicht. J. König hat das Verdienst, das über diese Frage vorliegende Forschungsmaterial mit großer Umsicht gesammelt und in über=

sichtlicher Kürze zusammengestellt zu haben. Ich verweise auf dessen Schrift und gehe auf diesen Gegenstand hier nicht näher ein, weil ich selber noch nicht in dieser Richtung gearbeitet habe.

Also kurz:

Ein wenig höher, als den obigen Zahlen entspricht, wird man den Werth des organischen Stickstoffs im Vergleich zum Salpeterstickstoff in Rechnung stellen können, nicht aber so hoch, als er zur Zeit in manchen Handelsdüngern bezahlt zu werden pflegt!

Schlagen wir Mentzel's Landw. Kalender auf, so finden wir die folgenden, den derzeitigen Marktpreisen entsprechenden „Taxen" angegeben:

für 1 Kilo Stickstoff	mittlerer Taxwerth
im Chilisalpeter, Blutmehl, Fleischmehl .	118 Pf.
„ geb. Knochenmehl, Fischguano, Oelkuchen	105 „
„ gröberen Knochenmehl, Hornmehl, Wollstaub	95 „
„ Knochensplitter, Stalldünger, Ledermehl	75 „.

Setzt man nun den Werth des Stickstoffs im Chilisalpeter = 100, so erhält man für die übrigen Düngemittel die folgenden Werthe, die ich zum Vergleich neben die aus unseren Versuchen sich ergebenden setzen will:

	Aus den „Taxen in Mentzels landw. Kalender" berechnete Werthe.	Aus den Ergebnissen der Düngungsversuche berechnete Werthe.
Chilisalpeter	100	100
Blutmehl	100	65
Hornmehl	81	65
Oelkuchenmehl	89	65
Geb. Knochenmehl	89	53
Fleischmehl	100	53
Fischmehl	89	53
Wollstaub	81	25
Stallmist	64	25.

Die Werthe decken sich, wie man sieht, sehr schlecht, und die Taxwerthe stehen nicht im Einklang mit dem Wirkungsverhältniß der Düngemittel.

Der Stickstoff im Blutmehl und Fleischmehl hat einen erheblich geringeren Werth als der Salpeterstickstoff und wird nicht so hoch bezahlt werden dürfen als dieser. Hornmehlstickstoff hat sich bei unseren Versuchen wirksamer erwiesen als Fleischmehlstickstoff, während der erstere einen Taxwerth von nur 81, der letztere dagegen einen Taxwerth von 100 hat. Oelkuchenmehlstickstoff hat einen Taxwerth von 89, Wollstaubstickstoff von 81, während unsere Versuche ergeben haben, daß der Stickstoff im Ricinusmehl fast dreimal so gut gewirkt hat als der Wollstaubstickstoff.

Ich muß die Ansicht aussprechen, daß die angeführten Taxwerthe bezw. das derzeitige Preisverhältniß der Stickstoffdüngemittel dem Werthverhältniß derselben nicht entspricht.

Daß man ein bestimmtes und für alle Verhältnisse zutreffendes Werthverhältniß der Stickstoffdünger nicht aufstellen kann, habe ich bereits dargelegt; ganz ungefähre Anhaltspunkte aber muß man haben, und sie lassen sich auch aus den Ergebnissen der Düngungsversuche ableiten.

Wenn ich alle Momente sorgfältig in Erwägung ziehe, die Nebenwirkungen des Chilisalpeters, die verschiedenen, auf die Ammoniakwirkung Einfluß übenden Momente, die bei den verschiedenen Stickstoffdüngern in verschiedenem Maße auftretende Gefahr einer Versickerung des Stickstoffs, die in manchen Fällen erwünscht kommende allmähliche Wirkung des organischen Stickstoffs, die Humusbereicherung des Bodens durch Stallmistdüngung u. s. w. — ich sage, wenn ich dies alles in sorgfältige Erwägung ziehe, so glaube ich, die folgenden Werthzahlen als den Ausdruck für das mittlere Werthverhältniß der verschiedenen Stickstoffformen aufstellen zu sollen:

	Relativer Werth
Stickstoff im Chilisalpeter	**100**
„ „ schwefelsauren Ammoniak . . .	**90**
„ „ Blutmehl, Hornmehl und grüner (noch nicht verholzter) Pflanzenmasse	**70**

Stickstoff	im gedüngten feingemahlenen Knochenmehl, Fischmehl, Fleischdüngemehl	60
„	„ Stallmist	45
„	„ Wollstaub	30
„	„ Ledermehl	20.

Wie diese Werthzahlen anzusehen und wie sie zu verwenden sind, wird man aus meinen obigen Darlegungen schon entnehmen. Sie sollen einen ungefähren Maßstab bieten zur Beurtheilung der Frage, ob der augenblickliche Marktpreis eines bestimmten Stickstoffdüngers relativ hoch oder relativ gering ist.

Kostet beispielsweise der Salpeterstickstoff zur Zeit 130 Pf., so würden sich daraus für den Stickstoff der übrigen Düngemittel auf Grund obiger Werthzahlen die folgenden Taxwerthe berechnen:

Taxwerth für 1 Kilo Stickstoff

im Chilisalpeter	130 Pf.
„ schwefelsauren Ammoniak	117 „
„ Blutmehl, Hornmehl, Oelkuchenmehl, grüner Pflanzenmasse	91 „
„ gedämpften, feingemahlenen Knochenmehl, Fischmehl, Fleischdüngemehl	78 „
„ Stallmist	59 „
„ Wollstaub	39 „
„ Ledermehl	26 „

Muß man nun 1 Kilo Stickstoff im schwefelsauren Ammoniak mit etwa 130 Pf. bezahlen, während der auf Grund des Salpeterpreises berechnete Taxwerth nur 117 Pf. beträgt, so wird man finden, daß der Ammoniakstickstoff relativ höher im Preise steht als der Salpeterstickstoff und man wird den ersteren nur da verwenden, wo besondere Gründe ihm trotz des relativ höheren Preises den Vorzug geben vor dem Chilisalpeter. Der umgekehrte Fall tritt ein, wenn der Ammoniakstickstoff etwa schon zu 100 Pf. zu haben ist, während der Salpeterstickstoff 130 Pf. kostet. Alsdann ist der Ammoniakstickstoff relativ billig und man wird den Salpeter nur da verwenden, wo besondere Boden- und Kulturverhältnisse ihm

trotz des relativ höheren Preises den Vorzug geben und man das Ammoniak — wie beispielsweise bei der Kopfdüngung — nicht an seine Stelle setzen kann.

Das Gleiche gilt für die übrigen Stickstoffdüngemittel. Man wird durch Vergleichung der berechneten Taxwerthe mit den augenblicklichen Marktpreisen finden, ob ein bestimmtes Düngemittel, welches man zu kaufen beabsichtigt, relativ billig oder relativ theuer ist. Ist es relativ billig, so wird man es kaufen, ist es relativ theuer, so wird man sich fragen, ob nicht ein billigeres an seiner Stelle verwendet werden kann. Aber man wird den speciell vorliegenden Kulturzweck, die vorliegenden Boden- und klimatischen Verhältnisse hierbei in Rücksicht ziehen, denn nicht anders als nur unter dieser Beschränkung dürfen die von uns berechneten Werthe benutzt werden. Insbesondere auch der für den Stallmiststickstoff berechnete relative Werth bezw. der auf den Chilisalpeter bezogene Taxwerth desselben darf nicht verkehrt beurtheilt werden. Es versteht sich wohl ganz von selber, daß der Werth, zu welchem man den in der Wirthschaft producirten Stallmist sich berechnet, nicht abhängig gemacht werden kann von den großen Schwankungen, denen die Salpeterpreise unterliegen. Steigt der Salpeterpreis auf das Doppelte, so wird kein Landwirth so thöricht sein, nun auch den Werth des in seiner Wirthschaft producirten Stallmiststickstoffs mit dem doppelten Betrage in Rechnung zu stellen, um sich eine plötzliche Rentabilitätssteigerung aus seiner Viehhaltung herauszurechnen, oder umgekehrt mit dem Sinken der Salpeterpreise auch die Rente seiner Viehhaltung schwinden zu sehen. Stallmistwirthschaft ist nicht durch Salpeterdüngung und Salpeterdüngung nicht durch Stallmistwirthschaft zu ersetzen. Der Stallmist ist ja überhaupt nicht direct mit den Handelsdüngern in Vergleich zu stellen, denn er hat eine ganz andere wirthschaftliche Bedeutung als diese. Auch bezüglich der Düngung des Bodens hat er eine andere Bedeutung. Der Stallmist hat die Aufgabe, die gesammten Fruchtbarkeitsfactoren des Bodens auf gleichbleibender Höhe zu erhalten,

den Humusgehalt des Bodens, die Erwärmungsfähigkeit des Bodens, seine wasserhaltende Kraft, seine Lockerkeit, seinen Gehalt an Nährstoffen zu conserviren. Die Handelsdünger dagegen haben die Aufgabe, unterstützend einzutreten, wo der Stallmist nicht reicht, um den Vorrath an disponibeln Nährstoffen auf der erforderlichen Höhe zu erhalten, oder wo es sich um eine Steigerung der Production, um eine Forcirung der Pflanzenernährung, um eine bessere Anpassung des Nährstoffvorrathes an das specifische Bedürfniß der Kulturpflanzen handelt. So wenigstens ist es die Regel, und wo diese Regel herrscht und herrschen muß, da kann es bezüglich der Stallmistproduction gleichgültig sein, ob der Chilisalpeter und andere Düngemittel hoch oder niedrig im Preise stehen.

Besondere Fälle aber giebt es, in welchen es von Interesse ist, einen ungefähren Anhaltspunkt über die relative Wirkungsgröße des Stickstoffs im Stallmist zu besitzen.

Es kann der Fall eintreten, daß man es sich zu überlegen hat, ob es vortheilhafter ist, die Viehhaltung zu vermehren, die Stallmistproduction zu steigern, oder aber durch Gründüngungskultur sich größere Mengen von organischer Substanz und Stickstoff zu verschaffen. Auch da, wo man genöthigt ist und Gelegenheit dazu hat, Stallmist zu kaufen, ist die Frage von Wichtigkeit, in welchem Werthverhältniß der Stallmiststickstoff zum Stickstoff der grünen Pflanzenmasse, zum Stickstoff der Gründüngungssubstanz steht.

Für diese Fälle, glaube ich annehmen zu sollen, sind die oben mitgetheilten Ergebnisse unserer mit Stallmiststickstoff und grüner Pflanzenmasse ausgeführten Versuche von Interesse, und die jetzt folgenden Kapitel werden weitere nothwendige Anhaltspunkte zur Beurtheilung der Gründüngungsfrage bieten.

Ich werde zu einer Besprechung dieser Frage mich jetzt wenden.

30. Ist es logisch richtig, die landwirthschaftlichen Kulturpflanzen in stickstoffmehrende und stickstoffzehrende einzutheilen?

Schultz-Lupitz war es, der auf Grund seiner practischen Erfahrungen und scharfsinnigen Beobachtungen die landwirthschaftlichen Kulturpflanzen in zwei Gruppen theilte: in „Stickstoffsammler“ und „Stickstofffresser“ oder — wie es vielleicht besser klingt und nicht minder bezeichnend ist — in **Stickstoffmehrer** und **Stickstoffzehrer.** Diese Eintheilung ist logisch richtig und es empfiehlt sich, sie allgemein zur Geltung zu bringen und festzuhalten.

Die Leguminosen, also die Erbsen, Lupinen, Serradella, Esparsette, Bohnen, Linsen, alle Wickenarten und alle kleeartigen Pflanzen sind, wie wir auf Seite 62 u. ff. es gesehen haben, imstande, ihren Hauptstickstoffbedarf aus der atmosphärischen Luft zu decken. Sie nehmen, wenn sie zu einer Maximalentwickelung kommen, 100 bis 200 bis 300 Kilo **atmosphärischen** Stickstoff pro Hektar auf und sie bereichern damit das umlaufende Stickstoffkapital der Wirthschaft. Sie gleichen die Verluste wieder aus, welche die Wirthschaft durch den Export von stickstoffhaltigen Producten, sowie bei der Aufsammlung und Aufbewahrung der Thierexcremente, durch Entweichen von Bodenstickstoff in die Luft und durch Versickerung von Bodenstickstoff in den Untergrund erleidet. Wir bezeichnen die Leguminosen daher als stickstoff**mehrende** Pflanzen.

Die Nicht-Leguminosen dagegen, die Halmgewächse, die Gräser, die Kartoffeln, die Rüben, Möhren, Cichorien, der Raps, Tabak, Hopfen, Wein, Mais, Flachs, Hanf 2c. haben wir als Pflanzen kennen gelernt, welche den freien Stickstoff der atmosphärischen Luft nicht aufzunehmen vermögen, Pflanzen, welche nur den chemisch gebundenen, nur den im Boden und

im Dünger ihnen zugeführten Stickstoff aufnehmen und verarbeiten, Pflanzen also, welche am Stickstoffkapital der Wirthschaft und des Bodens **zehren**, weshalb wir sie „**Stickstoffzehrer**“ nennen.

Die Eintheilung der landwirthschaftlichen Kulturpflanzen in stickstoffmehrende und stickstoffzehrende also ist vollkommen logisch, und sie bildet die Grundlage zur Behandlung der hochwichtigen Gründüngungsfrage, mit welcher wir uns jetzt noch etwas zu beschäftigen haben.

31. Wie lassen sich die stickstoffmehrenden Pflanzen verwenden, um den Boden mit atmosphärischem Stickstoff zu düngen?

Schultz-Lupitz hat wiederum das große Verdienst, auf die Wichtigkeit einer Heranziehung des atmosphärischen Stickstoffs und auf die Düngung des Bodens mit stickstoffsammelnden Pflanzen die allgemeine Aufmerksamkeit gelenkt zu haben. Er und Neuhaus, Schirmer, Arndt, Dehlinger haben zugleich die practische Durchführbarkeit dieses Verfahrens gezeigt und darzulegen versucht, wie groß die finanziellen Vortheile sind, welche der Landwirth sich verschafft, wenn er, soweit es irgend möglich ist, seine Pflanzen aus dem Stickstoffmagazin der Luft schöpfen läßt und **seinen Boden mit atmosphärischem Stickstoff düngt.**

Es ist nicht meine Aufgabe, den rein practischen Theil der Gründüngungsmethode hier zu besprechen. Ich muß das den Practikern überlassen und in dieser Beziehung auf die ziemlich zahlreichen Publicationen verweisen, in welchen die Erfahrungen mitgetheilt worden sind, welche man bei der Kultur der verschiedenen in Betracht kommenden Stickstoffsammler auf bestimmten Bodenarten, unter bestimmten klimatischen Verhältnissen, bestimmten wirthschaftlichen Verhältnissen 2c. gemacht hat.

Nur ganz kurz — um einen Ausgangspunkt für meine weiteren Ausführungen zu gewinnen — will ich andeuten, in welcher Weise eine „Düngung des Bodens mit atmosphärischem Stickstoff" zu ermöglichen ist. Es ist dies in folgender Weise zu bewirken.

1. Man baut stickstoffmehrende Pflanzen (Erbsen, Wicken, Lupinen, Bohnen, Linsen, Klee 2c.) als abzuerntende Hauptfrucht und hinterläßt dem Boden die Stoppeln und Wurzeln derselben als Düngung für die folgende Frucht.

2. Man baut stickstoffmehrende Pflanzen als Hauptfrucht und verwendet die gesammte Erntesubstanz zur Düngung für das im zweiten Jahr folgende Kulturgewächs. Hierbei opfert man eine volle Jahresernte, weshalb dies Verfahren auch nur auf ganz leichten, trockenen, armen Sandböden oder klimatisch sehr ungünstig gelegenen Bodenarten zur Anwendung gebracht wird.

3. Man säet Serradella, oder Lupinen, oder beides, oder Kleearten in das als Hauptfrucht zu bauende Halmgewächs und pflügt die nach dem Abernten des Getreides sich entwickelnden Pflanzen im Spätherbst, Winter oder zeitigem Frühjahr in den Boden.

4. Man säet Lupinen zwischen die Kartoffelreihen und pflügt sie im Spätherbst, Winter oder Frühjahr in den Boden.

5. Man säet Lupinen, oder Wicken, oder Erbsen, oder ein Gemenge von Erbsen und Wicken, oder Erbsen, Wicken und Pferdebohnen in die nach dem Abernten der Hauptfrucht gestürzte Stoppel und pflügt die Pflanzen im Spätherbst, Winter oder Frühjahr in den Boden.

6. Man säet Incarnatklee in die nach dem Abernten der Hauptfrucht gestürzte Stoppel, nimmt im Mai einen Futterschnitt, pflügt um und läßt die Stoppeln und Wurzeln zur Düngung von Kartoffeln oder Futterrüben dienen. —

Man sieht, daß die Gründüngungskultur in sehr verschiedener Weise betrieben werden kann und daß man weiten

Spielraum hat, dieselbe den örtlichen und wirthschaftlichen Verhältnissen anzupassen.

Meine Aufgabe ist es nun, die durch Gründüngung zu erzielenden Erfolge durch einige nach exacter Methode ausgeführte Düngungsversuche zu zeigen und hierher gehörende Fragen klarzustellen.

32. Wie groß ist die Wirkung des Gründüngungsstickstoffs im Vergleich zum Chilisalpeter?

Es sind vielfach Berechnungen ausgeführt worden über die Rentabilität der Gründüngungskultur, und man ist in der Regel zu recht hohen Zahlen dabei gelangt.

Fr. Arndt führt beispielsweise in seiner Schrift über die Gründüngung*) an, daß Neuhaus-Selchow bei einer mit Serradella und Lupinen ausgeführten Gründüngung eine Stickstoffbereicherung des Bodens von circa 151 Kilo pro Hektar erhalten habe (125 Kilo Stickstoff durch oberirdische grüne Masse und 26 Kilo Stickstoff durch die Wurzeln), und daß diese Anreicherung, in Geld ausgedrückt, einem Werthe von circa 180 Mark entsprechen würde.

Arndt fügt hinzu, daß er diese Zahlen „nicht etwa als einwurfsfrei bezeichnen wolle", und ich glaube, mit dieser Bemerkung hat er recht, denn ganz einwurfsfrei sind sie wohl nicht.

Zunächst ist es ein Fehler, wenn man den sämmtlichen in ober- und unterirdischer Gründüngungssubstanz enthaltenen Stickstoff als bodenbereichernd ansieht. Die Gründüngungspflanzen leben zunächst vom Bodenstickstoff; nur dann, wenn sie zu üppigerer Vegetation gelangen, als dem verfügbaren Bodenstickstoff entspricht, nehmen sie auch atmosphärischen Stickstoff auf. Wenn Neuhaus in ober- und unterirdischer

*) Gründüngung und System Schultz-Lupitz auf Lehmboden von Fritz Arndt. Berlin. Paul Parey. 1890.

Gründüngungsmasse eine Stickstofferntc von 151 Kilo erhalten hat, so ist von diesen 151 Kilo diejenige Stickstoffmenge in Abzug zu bringen, welche der Boden geliefert hat, und erst der verbleibende Rest kann als Gewinn, als „Bereicherung", als ein der atmosphärischen Luft abgewonnener Stickstoff angesehen werden. War der Boden reich an löslichem Stickstoff, so ist jener Rest, jener Stickstoffgewinn ein geringerer; war der Boden dagegen arm an Stickstoff, so ist der Gewinn ein größerer.

Dieser Umstand ist wichtig, und ich empfehle ihn den Landwirthen zu sorgfältiger Berücksichtigung.

Sodann ist es auch wohl fraglich, ob man — wie Arndt es gethan hat — den Gründüngungsstickstoff mit dem Marktpreise des Salpeterstickstoffs bewerthen darf. Der Gründüngungsstickstoff wird doch wohl etwas langsamer und weniger vollständig zur Wirkung kommen als der Salpeterstickstoff, und wir dürften in der That versucht sein, von den Zahlen, welche Arndt uns vorgeführt hat, der von ihm selber bereits vorgesehenen Eventualität entsprechend, nur etwa „die Hälfte zu glauben".

Wenn aber Fr. Arndt uns auffordert, den Beweis dafür anzutreten, daß er den Gründüngungsstickstoff zu hoch eingeschätzt habe, so müssen wir ihm diesen Beweis allerdings schuldig bleiben; denn wir wissen es noch nicht, wie groß die Wirkung von je 100 Theilen Gründüngungsstickstoff ist im Vergleich zu je 100 Theilen Stickstoff im Chilisalpeter oder anderen Stickstoffdüngern.

Um nun diese Lücke unseres Wissens auszufüllen, haben wir einige Versuche ausgeführt.

Ich will zunächst über die Versuchsreihe 42 berichten.

24 Vegetationsgefäße wurden am 6. August 1888 mit Sandboden gefüllt und je 3 derselben mit Buchweizen, Senf, Serradella, Lupinen, Erbsen und Wicken eingesäet. Die Gründüngungspflanzen wurden im September und October geschnitten, untergebracht, und im April des folgenden Jahres wurden sämmtliche Gefäße, auch die 6 uneingesäet gebliebenen,

von welchen jetzt 3 mit Chilisalpeter gedüngt wurden, mit Hafer bepflanzt.

Aus den betreffenden Tabellen ersieht man die Ergebnisse dieser Versuche. Ich will hier kurz die Mittelresultate anführen.

	Stickstoffdüngung in Form von	g	Mittelerträge Körner und Stroh g	Mehrerträge gegen ungedüngt g	Stickstoff in der Gesammternte an Stroh u. Körnern g
	—	0	89,0	—	0,433
	Chilisalpeter	1,5	323,5	234,5	1,668
Stickstoffgehalt d. oberird. Gründüngungssubstanz	Buchweizen .	0,270	49,2	—39,8	0,308
	weißem Senf	0,123	65,4	—23,6	0,367
	Serradella .	0,914	142,5	53,5	0,740
	Lupinen . .	2,077	276,0	187,0	1,496
	Erbsen . .	3,087	366,7	277,7	2,094
	Wicken . .	2,641	343,6	254,6	1,894

Auf Grund dieser Resultate wollen wir uns die jetzt folgenden Fragen zu beantworten suchen.

33. Kann man Buchweizen, Senf, Rübsen, Spörgel und sonstige Nichtleguminosen mit Vortheil zur Gründüngungskultur verwenden?

Diese Frage wird vielfach mit „ja" beantwortet. In Lehrbüchern finden wir die genannten Pflanzen zur Gründüngungskultur empfohlen und in der landwirthschaftlichen Tagespresse wird ihr Nutzen bald gerühmt, bald in Zweifel gestellt. Belege aber für die Wirkung oder Nichtwirkung einer Senf-, Buchweizen- oder Rübsengründüngung findet man nirgends.

Blicken wir nun auf die Resultate der Versuchsreihe 42, deren Mittelzahlen oben zusammengestellt sind, so finden wir das Folgende.

Die Lupinen-, Erbsen- und Wickengründüngung hat sehr bedeutende Ertragssteigerungen hervorgerufen. Die Buchweizen- und Senfgründüngung aber hat nicht nur keine Ertragssteigerung, sondern sogar eine **Verminderung** der Erträge bewirkt! Wie ist dies zu erklären? Wie sind die Ertragsverminderungen entstanden?

Ich glaube die folgende Erklärung dafür geben zu können. Buchweizen und Senf sind — wie wir wissen — keine stickstoffmehrenden Pflanzen, sie nehmen keinen atmosphärischen Stickstoff auf, sie bereichern den Boden nicht, und die Stickstoffmenge, welche sie in ihrer Grünsubstanz enthalten haben, ist daher auch nur gering gewesen. Sie hat, wie obige Zusammenstellung es zeigt, durchschnittlich kaum ein Zehntel von derjenigen Stickstoffmenge betragen, welche in der Grünsubstanz der Lupinen, Erbsen und Wicken geerntet worden ist. Buchweizen und Senf haben aus keiner anderen Stickstoffquelle geschöpft als aus dem Boden, sie haben den löslichen Bodenstickstoff aufgenommen, haben diesen in organische Substanz übergeführt, und in der langsamen Zersetzbarkeit dieses organischen Stickstoffs liegt der Grund, weshalb die Senf- und Buchweizengründüngung eine Ertragsverminderung hervorgerufen hat im Vergleich zum brach gelegenen Boden. In denjenigen Vegetationsgefäßen, welche unbewachsen geblieben waren, stand löslicher Bodenstickstoff dem Hafer zur Verfügung, es wurde eine Erntemasse von 89,0 g producirt; in denjenigen Gefäßen aber, welche mit Senf und Buchweizen bewachsen gewesen waren, hatte der lösliche Bodenstickstoff sich in organischen Stickstoff umgewandelt, in die Gründüngungssubstanz des Senfs und des Buchweizens; und da dieser organische Stickstoff erst durch Fäulniß und Verwesung in löslichen Stickstoff zurückgewandelt werden mußte, mithin erheblich langsamer und auch nicht ganz vollständig zur Wirkung gekommen ist, so wurde bei diesen Versuchen ein geringerer Ertrag, ein Ertrag von nur 57,3 g Erntesubstanz erhalten. Daß diese Erklärung richtig ist, wird weiter bestätigt durch den folgenden Umstand.

Der Senf hat, wie wir aus obiger Zusammenstellung sehen, nur 0,123 g Stickstoff in seiner Grünsubstanz geliefert, der Buchweizen dagegen 0,270 g, dieser also die doppelte Menge. Woher kommt das? Antwort: weil der weiße Senf (eine für Stickstoff viel anspruchsvollere Pflanze als der Buchweizen) früh stickstoffhungrig wurde und in Folge dessen zu einem frühen Abschluß seiner Vegetation kam, während der Buchweizen viel länger in lebhaftem Wachsen blieb und dadurch weit vollständiger den allmählich sich lösenden Bodenstickstoff aufnehmen und verarbeiten konnte. Hatte nun aber der Buchweizen sämmtlichen löslichen Bodenstickstoff aufgenommen und in organische Substanz übergeführt, der Senf dagegen nur die Hälfte desselben in langsamer wirkenden organischen Stickstoff umgewandelt, so mußte dies zur Folge haben, daß die Buchweizengründüngung weniger Haferertrag ergab als die Senfgründüngung. Stimmt dies mit den Ergebnissen unserer Versuche? Ja, es trifft dies zu: nach der Buchweizengründüngung wurden nur 49,2 g, nach der Senfgründüngung dagegen 65,4 g Haferernte erhalten, obgleich oder — auf Grund unserer Erklärungen — **weil** die Buchweizengrünsubstanz doppelt soviel Stickstoff enthalten hatte als die Senfgrünsubstanz.

Hiernach also kann es nicht als ein Vortheil erachtet werden, wenn der während der Herbstmonate im Boden löslich werdende Stickstoff durch Senf- oder Buchweizenkultur wieder schwerer löslich gemacht wird. Die in der Ueberschrift gestellte Frage müssen wir daher wohl mit einem entschiedenen **Nein** beantworten.

Doch ich frage: Sind wir wirklich zu einer absolut verneinenden Antwort schon berechtigt? Ich glaube das nicht. Wir haben vielmehr noch den folgenden Umstand in Erwägung zu ziehen.

Die Versuche, welche ich besprochen habe, wurden nicht auf Bodenparzellen, sondern in geschlossenen Gefäßen ausgeführt, und das war auch nöthig, um auf die gestellte Frage

eine zuverlässige und klare Antwort zu erhalten. Es durfte von dem während der Herbstmonate löslich werdenden Bodenstickstoff nichts verloren gehen, nichts in den Untergrund versickern.

Wie nun aber liegen die Verhältnisse in der Praxis? Ich meine, da liegen sie doch ganz anders. Ein leichter Sandboden ist sehr durchlässig für Wasser und damit auch für alle in Wasser löslichen Stoffe. Der Stickstoff, der aus dem Humus des brachliegenden Sandbodens in salpeterartige Verbindungen übergeht, wird durch Regen- und Schneewasser in tiefe Bodenschichten, in Grundwasserschichten, in Drainageleitungen verdrängt; er ist — wenigstens zum großen Theil — verloren für das nachfolgende Kulturgewächs, wenn nicht Maßregeln ergriffen werden, ihn zu binden. Wo der Boden sehr durchlässig ist, da ist Gefahr vorhanden, daß während der Herbst- und Wintermonate ein Theil seines Stickstoffgehaltes verloren geht, und wo diese Gefahr vorhanden ist, da wird dieselbe sich ja dadurch beseitigen lassen, daß man den im Herbst löslich werdenden Stickstoff wieder zurückführt in organische Substanz, indem man Senf, Buchweizen, Rübsen ꝛc. zur Gründüngung baut.

Wo also Senf, Buchweizen, Raps, Rübsen, Spörgel und sonstige Nichtleguminosen zur Gründüngung verwandt worden sind, und wo man in der landwirthschaftlichen Praxis einen Erfolg von dieser Düngung beobachtet haben will, da kann derselbe in dem Umstande seine Erklärung finden, daß lösliche Stickstoffverbindungen des Bodens, die sonst während der Wintermonate durch Versickerung verloren gegangen wären, der Krume erhalten worden sind. Auch durch Bereicherung des Bodens mit organischer Substanz, sowie durch die von der Pflanze bewirkte Bodenbeschattung können vortheilhafte Einflüsse hervorgerufen worden sein.

Mit Zahlen belegte Nachweise jedoch über etwaige Vortheile einer Gründüngungskultur mit Nichtleguminosen sind noch nicht erbracht worden, und ich bin der Ueberzeugung, daß die Fälle nicht häufig sind, in welchen die von den Practikern

meist nur vermutheten Vortheile solcher Gründüngung thatsächlich eintreffen. Wo kein sehr durchlässiger Boden vorliegt, wo man es mit einem schwereren Boden zu thun hat, der während der Winterzeit so leicht kein Wasser versickern läßt, da bietet eine Gründüngung mit Nichtleguminosen keine Aussicht auf Erfolg; im Gegentheil, da werden oft Verminderungen der Erträge eintreten. Es sind mir öfters Mittheilungen von Practikern zugegangen, nach welchen eine Gründüngung mit weißem Senf den Ertrag vermindert hat, und ich will an dieser Stelle Gelegenheit nehmen, der öfters in Fachschriften ausgesprochenen, aber durchaus irrthümlichen Meinung entgegen zu treten, daß ich die Gründüngung mit weißem Senf oder gar noch eine Düngung des für Gründüngungszwecke angebaueten weißen Senfs mit Chilisalpeter „empfohlen" haben soll. Den Anbau von Nichtleguminosen für Gründüngungszwecke habe ich niemals empfohlen, und was die Düngung des für gedachten Zweck anzubauenden Senfs mit Chilisalpeter betrifft, so habe ich dieselbe ebenfalls nicht „empfohlen". Ich habe nur das Für und Wider dieser Frage in Erwägung gezogen und bin dabei zu dem Ergebniß gekommen, daß eine experimentelle Prüfung derselben wohl nicht überflüssig sei. Welches Resultat aber diese Prüfung ergeben hat, ist im Kap. 15 dieser Schrift eingehend dargelegt worden.

34. Wird eine Gründüngungskultur mit Leguminosen den Boden stets an Stickstoff bereichern?

In der voraufgegangenen Besprechung haben wir gesehen, daß Gründüngungskulturen mit Buchweizen und Senf nicht eigentlich **bereichernd** auf den Stickstoffgehalt der Böden einwirken; nur auf sehr durchlässigen Böden können sie dazu dienen, den löslichen Bodenstickstoff vor Versickerung zu schützen und dementsprechend können sie von Nutzen sein. Ist der Boden nicht sehr durchlässig, liegt die Gefahr einer Versickerung von löslichem

Stickstoff nicht vor, so wirken die gedachten Kulturen nicht nur nicht günstig, sondern sogar nachtheilig auf den Ertrag, indem sie den löslich gewordenen Stickstoff wieder zurückwandeln in langsam sich zersetzende, langsam wirkende, organische Substanz.

Nun frage ich: Wie liegt die Sache bei den Leguminosen, bei den Stickstoffmehrern? Wird eine Gründüngungskultur mit Leguminosen den Boden stets mit Stickstoff bereichern? **Nein.** Man giebt sich einer großen Täuschung hin, wenn man das glaubt.

Im Kapitel 3, S. 76 habe ich dargelegt, daß die Leguminosen gerade so gut den löslichen Bodenstickstoff aufnehmen als die Nichtleguminosen, ja, sie nehmen ihn sogar leichter auf als den atmosphärischen Stickstoff. Erst dann, wenn der Boden nicht mehr genügende Mengen von löslichem Stickstoff liefert, wird der atmosphärische Stickstoff in Anspruch genommen, und dieser auch nur insoweit, als der fortdauernd von der Pflanze gesuchte Bodenstickstoff nicht reicht, um das Bedürfniß der Pflanze zu befriedigen.

Bauen wir Erbsen oder Wicken oder andere Leguminosen in einem Boden, der so viel löslichen Stickstoff enthält, als zur Maximalproduction der genannten Pflanzen reicht, so leben die Erbsen und Wicken ausschließlich vom Bodenstickstoff, und keine Spur von atmosphärischem Stickstoff wird in ihrer Erntesubstanz enthalten sein.

Das ist sehr wichtig für die vorliegende Frage.

Gesetzt, man theilt einen Gerstenschlag von 2 Hektar Größe in zwei Theile und säet die eine Hälfte nach Aberntung der Gerste mit Senf, die andere mit Wicken zur Gründüngung ein. Die vom Senf producirte Grünsubstanz — so wollen wir annehmen — enthält etwa 50 Kilo Stickstoff, die der Wicken ebenfalls 50 Kilo. Wird in diesem Fall eine Stickstoffbereicherung des Bodens durch die Wickengründüngung stattgefunden haben? Nein. Der Senf hat die 50 Kilo Stickstoff, die er in der Grünsubstanz geliefert hat, dem Boden entnommen. Und die Wicken? Nun, wo dem Senf 50 Kilo Bodenstickstoff geliefert worden sind, da haben auch die Wicken das gleiche Quan=

tum gefunden; auch die 50 Kilo Stickstoff der Wickensubstanz sind dem Boden entnommen und nichts davon entstammt der atmosphärischen Luft. Die Wickengründüngung hat in diesem Fall den Boden nicht mit Stickstoff bereichert, und ihre Wirkung auf die nachfolgende Frucht wird keine größere sein als die der Senfgründüngung, eventuell also gleich Null.

Hätte der Boden dem Senf etwa nur 25 Kilo Stickstoff geliefert und hätten die Wicken auf dem gleichen Boden etwa 50 Kilo Stickstoff in ihrer Grünsubstanz enthalten, so wäre der Boden um 25 Kilo Stickstoff bereichert worden durch die Wickenkultur.

Daraus aber ergiebt sich das Folgende.

Wenn in einer Wickengründüngung (ober- und unterirdischer Substanz) etwa 100 Kilo Stickstoff enthalten sind, so hat man von diesen 100 Kilo diejenige Stickstoffmenge in Abzug zu bringen, welche der Boden während der Vegetationsdauer der Wicken in löslicher Form geliefert hat, um (als Rest) diejenige Stickstoffmenge zu finden, welche der atmosphärischen Luft entstammt. Je reicher der Boden an löslichem Stickstoff war, um so geringer wird der aus der Luft stammende Antheil sein und um so geringer damit auch die relative Wirkung der Gründüngung. Je ärmer dagegen der Boden an löslichem Stickstoff war, um so größer wird der aus der Luft stammende Stickstoffantheil sein und um so größer damit auch die Wirkung der Gründüngung.

Hiermit ist selbstverständlich nicht gesagt, daß Gründüngungskulturen auf stickstoffreicheren Böden stets weniger vortheilhaft sind als auf stickstoffärmeren. Nur für den Fall des gleichen Ertrages gilt dies. Liefert der stickstoffreichere Boden entsprechend mehr Gründüngungssubstanz als der stickstoffärmere, so wird die Stickstoffbereicherung gleichwie die Wirkung der Gründüngung auf beiden Böden mindestens die gleiche sein.

Wichtig nun ist es, das Folgende festzuhalten.

Eine Stickstoffbereicherung durch Leguminosenkultur findet nur da statt, wo die Leguminosen sich **üppiger** entwickeln und

mehr producirein, als der Menge des verfügbaren Bodenstickstoffs entspricht. Nur dieses **Mehr** an producirtem Stickstoff ist der atmosphärischen Luft entnommen und wirkt thatsächlich bodenbereichernd.

Aus den auf Seite 264 zusammengestellten Ergebnissen der Versuchsreihe 42 will ich einige Zahlen anführen, welche dies illustriren.

Die Serradella, welche sich in Folge der späten Einsaat nur spärlich entwickelt hatte, lieferte 0,914 g Stickstoff, die Erbsen dagegen 3,087 g Stickstoff in der Gründüngungssubstanz, und

nach der Serradelladüngung wurden	53,5 g	Mehrertrag	im Vergleich zum brach gelegenen Boden
„ „ Erbsendüngung „	277,7 „	„	

gewonnen.

Berechnet man diese Erträge auf je 1 g Gründüngungsstickstoff, so hat

je 1 g Serradellastickstoff	58,5 g	Mehrertrag	im Vergleich zum brach gelegenen Boden
„ 1 „ Erbsenstickstoff	90,0 „	„	

producirt.

Woher kommt es nun, daß der Gründüngungsstickstoff der Serradella weniger gewirkt hat als derjenige der Erbsensubstanz? Die Antwort ergiebt sich aus unserer obigen Darlegung: In der Gründüngungssubstanz der (schwächer entwickelten) Serradella war relativ weniger atmosphärischer Stickstoff enthalten als in der Erbsensubstanz, wie folgende ungefähre Rechnung es ergiebt.

a. Die Serradella hat geliefert . . .	0,914 g Stickstoff,
der lösliche Bodenstickstoff betrug, wie wir aus dem mit Buchweizen ausgeführten Versuch es ersehen . .	0,270 „ „
es bleiben mithin . . .	0,644 g Stickstoff,

welche der Atmosphäre entstammen.

In je 100 g Serradellastickstoff sind demnach $\left(\frac{0{,}644 \cdot 100}{0{,}914}\right) = 70$ g atmosphärischer Stickstoff enthalten gewesen.

b. Die Erbsen hatten geliefert . . . 3,087 g Stickstoff,
der lösliche Bodenstickstoff betrug
(wie oben) . . . . 0,270 „ „

es bleiben mithin . . . 2,817 g Stickstoff,

welche der Atmosphäre entstammen.

In je 100 g Erbsenstickstoff sind demnach $\left(\frac{2,817 \cdot 100}{3,087}\right) = 91$ g atmosphärischer Stickstoff enthalten gewesen.

Berechnen wir nun, wie viel je 1 g atmosphärischer Stickstoff an Erntesubstanz producirt hat, so finden wir bei der Serradellagründüngung sogar eine noch etwas bessere*) Stickstoffausnutzung als bei der Erbsengründüngung, denn

---

*) Der Grund, weshalb je 1 g „atmosphärischer Stickstoff“ in Form von Serradellasubstanz besser gewirkt hat als 1 g „atmosphärischer Stickstoff“ in Form von Erbsensubstanz liegt in den drei folgenden Umständen:

1. Der in der Buchweizen-Grünsubstanz enthaltene Stickstoff wirkte in Folge der etwas stärkeren Verholzung dieser Substanz geringer als der Serradella- und Erbsen-Gründüngungsstickstoff. Da nun aber bei der Berechnung des in 0,914 g Serradellastickstoff und 3,087 g Erbsenstickstoff enthaltenen atmosphärischen Stickstoffs die **gleiche** Menge Buchweizenstickstoff (als „Bodenstickstoff“ angenommen) in Rechnung gestellt wurde, diese Menge also beim Serradellastickstoff **relativ** größer war als beim Erbsenstickstoff, so mußte für den atmosphärischen Stickstoff der Serradellasubstanz sich eine höhere Ausnutzung berechnen als für den atmosphärischen Stickstoff der Erbsensubstanz. Die berechnete bessere Wirkung des „atmosphärischen Serradellastickstoffs“ im Vergleich zum „atmosphärischen Erbsenstickstoff“ ist demnach — soweit sie auf die angeführte Ursache zurückzuführen ist — nur als eine scheinbare anzusehen.
2. Die Serradella-Grünsubstanz kam etwas weniger verholzt in den Boden als die Erbsen-Grünsubstanz, in Folge dessen die erstere sich etwas schneller zersetzte und besser wirkte als die Erbsensubstanz.
3. Die mit 0,914 g Serradellastickstoff gedüngten Pflanzen hungerten mehr nach Stickstoff als die mit 3,087 g Erbsenstickstoff gedüngten, in Folge dessen war der Serradella-Hafer procentisch stickstoffärmer als der Erbsen-Hafer (Stroh 0,23 %, Stickstoff gegen 0,28 %) und demgemäß producirte je 1 g Serradellastickstoff mehr Erntesubstanz als je 1 g Erbsenstickstoff.

es sind producirt worden durch je 1 g atmosphärischen Stickstoff

in Form von Serradellasubstanz: 145 g Haferkörner + Stroh,
„ „ „ Erbsensubstanz : 113 g „ „ „ .

Hieraus aber ergiebt sich wohl mit genügender Klarheit, wie wichtig es ist, alle Mittel in Anwendung zu bringen (frühe Einsaat, nicht zu dünne Einsaat, reichliche Düngung mit Phosphorsäure und Kali, eventuell Kalkdüngung ꝛc.), um die Gründüngungspflanzen zu einer möglichst üppigen Entwickelung zu bringen, denn erst von einem gewissen Entwickelungsstadium an — das um so weiter hinausgeschoben liegt, je stickstoffreicher der Boden ist — beginnt ja der eigentliche Gewinn, die Stickstoffaufnahme aus der atmosphärischen Luft, die „**Bereicherung**“ des Bodens!

Wir gelangen damit zu der folgenden Frage.

35. Wie groß kann der Gewinn an Stickstoff sein, der durch Gründüngungskultur mit Leguminosen zu erzielen ist, und was ist sonst noch über die Gründüngung zu sagen?

Gesetzt, ein Landwirth hat pro Hektar eine Gründüngungsmasse (etwa durch Wicken und Erbsen im Gemenge) von 5000 Kilo Trockensubstanz mit 150 Kilo Stickstoff geerntet, und nun will er wissen, mit wie viel Stickstoff er seinen Boden *bereichert* hat, um danach die Rentabilität der Gründüngung zu berechnen. Ist es möglich, auf diese Frage eine befriedigende Antwort zu finden? Ich glaube, es ist das recht schwer.

Zunächst sind es ja nicht nur die 150 Kilo Stickstoff *oberirdischer* Substanz, welche die Pflanzen geliefert haben; wir müssen auch den *Wurzelstickstoff* hinzurechnen. Die Menge dieses Stickstoffs aber kennen wir nicht; nur ganz ungefähr können wir sie schätzen. Sagen wir einmal, es seien noch 30 Kilo Stickstoff in der Wurzelmasse enthalten, so hätten wir

180 Kilo Gesammtstickstoff. Diese 180 Kilo aber stammen nicht in ganzer Menge aus der atmosphärischen Luft, ein Theil von ihnen stammt aus dem Boden, und diesen Theil müssen wir in Abzug bringen, wenn wir finden wollen, um wie viel der Boden wirklich mit Stickstoff bereichert wird. Wie groß aber ist die vom Boden gelieferte Stickstoffmenge? Das wissen wir nicht. War der Boden reich an leicht zersetzbaren Stickstoffverbindungen und waren die Verhältnisse für ihre Zersetzung günstig, so hat der Boden den Pflanzen viel Stickstoff, im anderen Fall weniger geliefert. Wie aber sollen wir bestimmte Zahlen hierüber erhalten? Etwa dadurch, daß wir zum Vergleich eine Nichtleguminose auf einem kleinen Theil des gleichen Ackers bauen und bestimmen, wie viel Stickstoff uns diese liefert? Das ist zu umständlich. Und selbst, wenn wir die Stickstoffmenge genau ermitteln könnten und genau ermittelt hätten, welche der Boden den Pflanzen geliefert hat, so würden wir damit doch noch nicht alle Factoren beisammen haben, um die durch die Gründüngungskultur bewirkte Stickstoffbereicherung des Bodens im Verhältniß zum brach gelegenen Boden berechnen und die Rentabilität der Gründüngungskultur mit vollkommener Genauigkeit daraus ermitteln zu können. Es würde uns noch ein sehr wechselnder und absolut nicht zu bestimmender Factor fehlen: Die Menge des während der Herbst- und Wintermonate in zu tiefe Bodenschichten, in das Untergrundwasser oder in Drainageanlagen etwa versickernden Stickstoffs.

Haben wir 150 Kilo Stickstoff pro Hektar in Form von oberirdischer Grünsubstanz geerntet, und wollen wir wissen, um wie viel Stickstoff der Acker im Vergleich zum brach gelegenen Boden durch die Gründüngung bereichert wird, so müssen wir von den 150 Kilo diejenige Stickstoffmenge in Abzug bringen, welche nicht aus der Luft, sondern aus dem Boden stammt, und wir müssen zu dem verbleibenden Rest hinzurechnen:

1, diejenige Stickstoffmenge, welche die Wurzelsubstanz enthält und

2, diejenige Stickstoffmenge, welche der brach liegende Boden während der Herbst- und Wintermonate durch Versickerung etwa verliert.

Man wird zugeben, daß diese drei Factoren nicht mit genügender Zuverlässigkeit zu beschaffen sind. Wir müssen es aufgeben, aus der im Herbst geernteten Menge von Gründüngungssubstanz und dem darin enthaltenen Stickstoff die Bereicherung an Stickstoff, welche der Boden erfährt, mit befriedigender Genauigkeit ermitteln zu wollen.

Will man es feststellen, wie groß die Vortheile der Gründüngungskultur im gegebenen Falle sind, so bleibt nichts anderes übrig, als durch den directen Versuch dies zu ermitteln. Man muß den Acker theilen, die eine Parzelle mit Gründüngungspflanzen einsäen, die andere der Brache überlassen und im darauffolgenden Jahre feststellen, wie groß der Ertrag der Hauptfrucht auf der gedüngten und wie groß er auf der brach gelegenen Parzelle ist.

Ein solcher Versuch ist freilich recht umständlich, und wenn er zuverlässige Resultate ergeben soll, so muß er sorgfältig ausgeführt werden. Weit bequemer wäre es, wenn man aus der verhältnißmäßig leicht festzustellenden Ernte an Gründüngungsmasse wenigstens einen ganz ungefähren Anhaltspunkt gewinnen könnte zur Beurtheilung des Erfolges der Gründüngung. Ich will es daher versuchen, ob in dieser Richtung unsere Zahlen etwas bieten.

In Tabelle 2 der Versuchsreihe 42 finden wir angegeben, daß auf je 100 g des in der Grünsubstanz enthaltenen Stickstoffs im Mehrertrage der Hauptfrucht enthalten waren:

bei Lupinengründüngung	. . . . .	51 Theile Stickstoff,
„ Erbsengründüngung	. . . . .	54 „ „
„ Wickengründüngung	. . . . .	55 „ „
im Mittel also	. . . . .	53 Theile Stickstoff.

Diese Mittelzahl, meine ich, giebt uns einen Anhaltspunkt.

Ich greife zurück auf die im Kapitel 7 Seite 95 besprochenen Ergebnisse unserer über die Ausnutzung des Salpeterstickstoffs ausgeführten Versuche, auf Grund deren ich die

mittleren Mehrerträge an Getreidekörnern, Kartoffeln, Rüben ꝛc. berechnet habe, welche durch je 100 Kilo Chilisalpeter producirt werden können, und bemerke, daß man in derselben Weise auch die Ausnutzungsfähigkeit des Gründüngungsstickstoffs berechnen kann, wenn man die oben für den Hafer gefundene Zahl 53 mit der unter den gleichen Verhältnissen für den Salpeterstickstoff gefundenen Zahl 75 in Vergleich setzt.

Die Wirkung des Gründüngungsstickstoffs würde hiernach rund 70 % von der Wirkung des Salpeterstickstoffs betragen und je 100 Kilo des in der (oberirdisch geernteten) Gründüngungssubstanz enthaltenen Stickstoffes würden jener Rechnung nach produciren können rund:

37	Centner	**Getreidekörner** mit entsprechendem Stroh (bei Annahme von 50 % Stickstoffausnutzung).
340	„	**Kartoffeln** mit entsprechendem Kraut (bei Annahme von 65 % Stickstoffausnutzung).
530	„	**Rüben** mit entsprechenden Blättern (bei Annahme von 65 % Stickstoffausnutzung).

Auf Grund dieser Zahlen können wir den ungefähren Ertrag, den wir von der Gründüngung zu erwarten haben, abschätzen. Es macht keine große Mühe, im Herbst eine etwa 16 oder 25 □m große Fläche des Ackers abzustecken, die auf dieser Fläche gewachsene Grünsubstanz abzuschneiden, zu trocknen, zu wägen und den Stickstoffgehalt derselben festzustellen. Ergiebt dann die Berechnung, daß etwa 150 Kilo Stickstoff pro Hektar geerntet worden sind, so weiß man, daß der mit Gründüngung versehene Acker um circa 55 Centner Körner, oder 510 Centner Kartoffeln, oder 795 Centner Rüben **mehr** erbringen kann als der während der Herbstmonate brach gelegene.

„Mehr erbringen **kann**“ sagte ich, und dies ist wohl zu beachten, denn die folgenden Bedingungen sind dabei maßgebend:

1. Es bleibt zu erwägen, wie viel von jenen 150 Kilo Gründüngungsstickstoff dem Bodenvorrath entnommen ist und wie viel andererseits von diesem Bodenstickstoff

in Untergrundschichten versickert und damit verloren gegangen sein würde, wenn der Acker nicht mit Gründüngungspflanzen bestellt gewesen wäre. Der erstere Factor würde vermindernd, der letztere erhöhend auf den durch die Gründüngung zu erwartenden Mehrertrag wirken, und es mag wohl anzunehmen sein, daß in vielen Fällen ein ungefährer Ausgleich dieser beiden Factoren eintreten wird.

2. Es bleibt ferner zu berücksichtigen, daß der von uns angenommene Mehrertrag, der durch die 150 Kilo Gründüngungsstickstoff erzielt werden kann, nur dann erzielt werden wird, wenn die Witterungsverhältnisse des darauffolgenden Jahres eine vollkommene Ausnutzung des Gründüngungsstickstoffs zulassen, wenn ferner genügend Phosphorsäure, genügend Kali, genügend Kalk im Boden vorhanden ist, um den Stickstoff zu vollkommener Verwerthung zu bringen, und wenn endlich die Gründüngungsmasse nicht einen Ueberschuß von Stickstoff producirt hat, ein Stickstoffquantum, welches so groß ist, daß die auf der gegebenen Bodenfläche wachsenden Pflanzen es nicht vollständig verarbeiten können.

Läßt man diese Erwägungen nicht außer Acht, so bieten, glaube ich, die obigen Zahlenverhältnisse einen nicht zu Täuschungen führenden Anhaltspunkt, um ein ungefähres Urtheil über den zu erwartenden Erfolg der Gründüngung sich zu bilden und eine ungefähre Rechnung über die Rentabilität derselben anzustellen.

Ich gehe jetzt zu der Frage über:

Wie viel Kilo Gründüngungsstickstoff können pro Hektar durch eine „Zwischenkultur" von Serradella, Lupinen, Wicken, Erbsen erzeugt werden?

Ich will zunächst einige Zahlen hierüber aus unsern Versuchen anführen, um zu zeigen, wie viel Gründüngungssubstanz und Gründüngungsstickstoff unter sehr günstigen Verhältnissen (bei genügender Feuchtigkeit und einer Ueberschuß-

düngung von Phosphorsäure, Kali, Kalk ꝛc.) durch Zwischenkultur von Erbsen und Wicken erzielt werden kann.

Die Versuchsreihe 4, welche 6 Jahre lang durchgeführt wurde, giebt hierüber Aufschluß. Die Versuche wurden auf Parzellen ausgeführt. Der Boden bestand aus kalkreichem, humusarmem Sand. Eine Stickstoffdüngung wurde niemals gegeben. Die Düngung bestand ausschließlich aus Phosphorsäure und Kali. In jedem Jahr wurde eine Sommerfrucht (Roggen, weißer Senf, Hafer, Hafer, Weizen, Carotten) gebaut und nach Aberntung derselben eine Nachfrucht zur Gründüngung. Die Gründüngungsmasse wurde im Spätherbst geschnitten und untergebracht. Zur Gründüngung wurden auf 3 Parallelparzellen (I) Erbsen, auf weiteren 3 Parallelparzellen (II) Wicken und auf 4 weiteren Parallelparzellen (III) weißer Senf und Buchweizen (also zwei Nichtleguminosen) gebaut.

Die Ergebnisse ersieht man aus den Tabellen der genannten Versuchsreihe.

Die Mittelresultate der Versuche will ich in der folgenden Zusammenstellung hier anfügen.

Es wurde an Gründüngungsmasse geerntet.		In der geernteten und im Herbst untergebrachten Grünsubstanz waren an Stickstoff enthalten. g	Nach untergebrachter Gründüngung wurde im darauffolgenden Sommer als Hauptfrucht gebaut:	Nach untergebrachter Gründüngung wurde im darauffolgenden Sommer an Körnern + Stroh geerntet: g	Die Gesammterntemasse der „Hauptfrucht“ enthielt an Stickstoff. g
1885/86	I. 1711 g Erbsen	8,03	Sommerroggen	570,8	4,911
	II. 1086 „ Wicken	5,87		536,4	4,312
	III. 205 „ Hafer	0,75		197,0	1,390
1886/87	I. 2025 g Erbsen	9,37	weißer Senf	221,9	3,084
	II. 2456 „ Wicken	14,71		254,9	4,308
	III. 333 „ Senf u. Buchweizen	1,85		88,2	1,350
1887/88	I. 2612 g Erbsen	18,10	Hafer	496,7	4,823
	II. 1595 „ Wicken	10,27		381,0	3,280
	III. 226 „ Senf	1,60		174,3	1,423

Jahr	Es wurde an Gründüngungsmasse geerntet.	In der geernteten und im Herbst untergebrachten Grünsubstanz waren an Stickstoff enthalten. g	Nach untergebrachter Gründüngung wurde im darauffolgenden Sommer als Hauptfrucht gebaut:	Nach untergebrachter Gründüngung wurde im darauffolgenden Sommer an Körnern + Stroh geerntet: g	Die Gesammterntemasse der „Hauptfrucht“ enthielt an Stickstoff. g
1888/89	I. 1319 g Erbsen	6,04	Hafer	527,2	4,745
	II. 994 „ Wicken	6,12		574,7	5,540
	III. 109 „ Buchweizen	0,40		101,1	0,853
1889/90	I. 2888 g Erbsen	12,25	Sommerweizen	412,4	3,543
	II. 1639 „ Wicken	8,36		353,9	2,641
	III. 95 „ Senf	0,43		128,5	1,116
				Möhren + Kraut	
1890/91	I. 1920 g Erbsen	7,80	Möhren	3759	4,994
	II. 1224 „ Wicken	6,45		3815	5,916
	III. 199 „ Buchweizen	0,82		1103	1,368

Aus diesen Resultaten ersieht man, daß es unter günstigen Verhältnissen möglich ist, auf einem stickstoffarmen Boden ohne jede Stickstoffdüngung stets reiche Ernten an Halmfrüchten 2c. dadurch zu erzielen, daß man Leguminosen zur Gründüngung baut und dieselben mit ausreichender Kaliphosphatdüngung versorgt.

Die Ergebnisse zeigen ferner, daß die durch Wicken und Erbsen gewonnenen Erträge an Gründüngungsmasse, welche sechs Jahre hinter einander auf den gleichen Parzellen erhalten worden sind, seither nicht abgenommen haben. Im sechsten Jahr sind Wicken und Erbsen genau so üppig gewachsen als im ersten, und die durch sie eingefangenen Mengen von atmosphärischem Stickstoff sind fast in jedem Jahr erheblich größer gewesen als sie von der nachfolgenden Hauptfrucht verarbeitet werden konnten.

Senf und Buchweizen dagegen haben es stets nur zu einer armen, sehr kümmerlichen Entwickelung gebracht und der

auf diesen Parzellen erhaltene Ertrag der Hauptfrucht hat im Mittel aller Versuche nur 30 % von dem Ertrage der mit Wicken- und Erbsengründüngung versehenen Parzellen betragen.

Ich will jetzt noch die Ergebnisse einiger Ertragsermittelungen anführen, welche wir auf verschiedenen mit Lupinen und Serradella bestandenen Aeckern im Herbst 1891 ausgeführt haben.

In der Nähe von Darmstadt, in der Gemarkung Arheilgen, findet sich ein Boden, der für Gründüngungskulturen sehr geeignet ist. Der Boden besteht aus leichtem Sand, aber die Feuchtigkeitsverhältnisse sind nicht schlecht, und es gedeihen Lupinen und Serradella auf dem Boden sehr gut. Die dortigen Aecker werden sehr intensiv mit Thomasschlacke und Kainit gedüngt. Die Hauptfrüchte sind Roggen, Kartoffeln und Hafer in Verbindung mit Zwischenkulturen von Serradella und Lupinen zur Gründüngung.

Wir haben im Herbst 1891 auf 20 verschiedenen Aeckern der genannten Gemarkung die bei Lupinen- und Serradellakulturen erzielten Erträge an Gründüngungsmasse (oberirdischer Substanz) durch sorgfältige Erntenahme und Wägung ermittelt, auch den Gehalt der Erntemasse an Stickstoff festgestellt und ich lasse die von uns gewonnenen Resultate in der nachstehenden Tabelle hier folgen. Der Tabelle füge ich sogleich die Ergebnisse der oben angegebenen Berechnung an, welche unter Annahme einer 50procentigen „Ausnutzung“ des Gründüngungsstickstoffs in Ermittelung bringt, welche Mehrerträge an Hafer aus dem geernteten Gründüngungsstickstoff producirt werden können.

Es wurden die folgenden Mengen grüner Pflanzenmasse pro Hektar geerntet.

I. **Serradella**, eingesäet Anfang April in den Roggen, geschnitten am 20. Oktober 1891.

Ordnungs-Nr.	Besitzer des Ackers.			Grüne Pflanzenmasse Ctr. à 50 Kilo.	Darin Stickstoff enthalten Kilo.	Der in der geernteten Gründüngungssubstanz enthaltene Stickstoff reicht aus, um die folgenden Mehrerträge an Haferkörnern (außer dem entsprechenden Stroh) zu produciren. Ctr. à 50 Kilo.
1.	Heinrich Andes,	Gewann	Doll.	515	135	50
2.	Johannes Benz	„	Michelfeld.	498	127	47
3.	Wilh. Andres	„	Kirchenweg.	530	129	48
4.	Daniel Merlau	„	Kaltenborn.	433	110	41
5.	Johannes Völger	„	Viehtrift.	720	161	60
6.	Peter Völger, Ww.	„	Heimlicherweg.	578	160	59
7.	Christian Appel	„	Darmstädterstr.	368	106	39

II. **Lupinen**, eingesäet Anfang Juni in den Roggen, geschnitten am 26. October 1891.

1.	Philipp Merlau,	Gewann	Vogelsberg.	933	145	54
2.	Carl Fritz	„	am Kirchhof.	1015	142	53
3.	Peter Völger, Ww.	„	Michelfeld.	705	105	39
4.	Georg Erzgräber	„	Wingerte.	810	128	47
5.	Ludwig Appel	„	Dreischlägerweg.	755	115	43
6.	Justus Schuck	„	Dieburgerweg.	1120	185	69
7.	Peter Frey	„	Darmstädterstr.	740	135	50
8.	Ludwig Weigand	„	Alterweg.	1030	215	80

III. **Lupinen**, eingesäet Anfang August in die umgebrochenen Stoppeln, geschnitten am 26. October 1891.

1.	Johannes Braun,	Gewann	Speckgarten.	855	114	42
2.	Thomas Brücher	„	Gräfenhäuserwg.	783	107	40
3.	Peter Windhaus	„	am Bellrig.	938	123	46
4.	Thomas Brücher	„	Dreischlägerweg.	520	79	29
5.	Georg Merlau	„	Saarküche.	670	90	33

Ich darf annehmen, daß diese Zusammenstellung den Practiker interessiren wird, denn derartige Anhaltspunkte zur Beurtheilung des Erfolges an Gründüngungskulturen haben bisher gefehlt. Nur ganz vereinzelt liegen Angaben über die geerntete Gründüngungssubstanz vor, und für eine Beurtheilung des Werthes und des voraussichtlichen Erfolges der Gründüngung fehlte eine sichere Unterlage.

Zugleich aber ersieht man aus der Zusammenstellung, daß die Erfolge der Gründüngung, wie man sie auf dem leichten, an sich sehr ertragarmen Arheilger Sandboden erzielt, sehr befriedigende sind, und man wird aus diesen Resultaten leicht berechnen können, wie außerordentlich billig der durch Lupinen und Serradella unter Mitwirkung von Phosphorsäure- und Kalidüngung eingefangene Luftstickstoff zu stehen kommt.

Die 30 bis 35 Kilo Serradellasamen, welche man in Arheilgen pro Hektar aussäet, kosten nicht mehr als 12 bis 14 Mark; rechnet man zu diesen noch etwa 3—4 Mark für Säelohn und für die etwas größere Arbeit, welche das Pflügen des Bodens macht, hinzu, so resultirt ein Aufwand von 16 bis 18 Mark, für den man im Herbst 1891 soviel Stickstoff in Form von Gründüngungssubstanz geerntet hat, als ausreichend ist, um einen Mehrertrag von circa 50 Centner Haferkörner mit dazu gehörigem Stroh zu produciren.

Die näheren Verhältnisse, welche man bei dieser „Mehrertragsberechnung" zu berücksichtigen hat, um sich keiner Täuschung hinzugeben, habe ich auf Seite 277 besprochen.

Ich will jetzt noch ein weiteres Beispiel aus der Praxis anführen, welches die Erfolge der Gründüngungskultur zu zeigen imstande ist.

In der Nähe von Darmstadt liegt ein kleines Gut mit Namen Weilerhof, welches vor einigen Jahren von Herrn Dr. Dehlinger gekauft wurde. Auf dem Gute war früher Milchwirthschaft betrieben und der Boden in gutem Düngungszustande erhalten worden. Dr. Dehlinger hat die Viehhaltung sofort aufgegeben und den für seine Kulturen (Halmgewächse, Zuckerrüben und Kartoffeln) nothwendigen Stickstoff durch Gründüngungskultur in Verbindung mit Kaliphosphatdüngung zu beschaffen versucht.

Obgleich nun der Boden des Weilerhofs (ein mittlerer kalkhaltiger Lehmboden) keine so günstigen Verhältnisse für Gründüngungskulturen bietet als der oben besprochene leichte Sandboden von Arheilgen, so ist es doch der Energie des

Dr. Oehlinger gelungen, das System der Gründüngung in Verbindung mit Kaliphosphatdüngung zu consequenter Durchführung zu bringen und zwar mit seither bestem Erfolge. Die am bequemsten zu bauenden und den relativ geringsten Aufwand an Arbeit und Kosten beanspruchenden Gründüngungspflanzen, die Lupine und die Serradella, sind auf dem Weilerhof nicht zu kultivieren, wenigstens haben die bisherigen Versuche ein befriedigendes Resultat nicht ergeben. **Erbsen** und **Wicken** im Gemenge, circa 4 Centner Aussaat pro Hektar, unmittelbar nach der Getreideernte in die gestürzte Stoppel gesäet und im Spätherbst oder Frühjahr untergebracht — das ist das Verfahren, welches sich auf dem Weilerhof als das für die dortigen Verhältnisse geeignetste bewährt hat. Nur in Rücksicht auf die mit der Getreideernte zusammenfallende und daher schwer zu bewältigende Arbeit des Stürzens der Aecker und des Einsäens der Gründüngungspflanzen hat Dr. Oehlinger es versucht, auf einem Theil der Aecker im Frühjahr zwischen das Getreide zu säende Kleearten zu bauen. Dies Verfahren hat auch nicht zu Mißerfolgen geführt, doch hat die von den Kleearten gewonnene Gründüngungsmasse bei weitem nicht die Höhe der Erträge erreicht, welche durch Wicken- und Erbsenkultur erzielt worden ist.

Im Herbst 1890 haben wir auf einigen der dortigen Aecker die Erträge an Gründüngungsmasse festgestellt und haben gefunden, daß im Mittel nicht weniger als **150** Centner organische Trockensubstanz mit nicht weniger als rund **250** Kilo Stickstoff pro Hektar producirt worden sind.

Das ist ein außerordentlich hoher Ertrag, und es ist wohl gewiß, daß nicht in jedem Jahre ein gleich günstiges Resultat zu verzeichnen sein wird. Von der Herbstwitterung hängt ja alles ab. Nicht jeder Herbst wird so günstige Verhältnisse für die Entwickelung der Gründüngungspflanzen bieten als der des Jahres 1890, und auch nicht in jedem Sommer wird es zu ermöglichen sein, die Erntearbeiten so früh zu beenden und die Erbsen und Wicken so frühzeitig einzusäen, als das ge-

nannte Jahr es gestattet hat. Aber auch minder große Erträge an Gründüngungsmasse bieten ja schon genügende Vortheile. Es ist nicht nothwendig, dem auf die Gründüngung folgenden Gewächs einen so großen Ueberschuß an Stickstoff zu bieten. 250 Kilo Gründüngungsstickstoff pro Hektar reichen ja aus für einen Mehrertrag von nicht weniger als circa 90 Centner Haferkörner mit entsprechendem Stroh, also ist an eine vollständige Ausnutzung so intensiver Düngung durch die zunächst folgende Frucht gar nicht zu denken. Im Gegentheil, eine so starke Stickstoffdüngung muß zur Lagerfrucht führen, wie es denn auch thatsächlich auf den betreffenden Aeckern des Weilerhofes geschehen ist. Der Hafer hat im Frühjahr 1891 so üppig und so dicht gestanden, wie man ihn sonst wohl selten sieht. Das erste starke Gewitter hat ihn umgeworfen. In Folge der gewaltigen Productionsenergie aber, welche er in sich trug, hat er es trotz starken Lagerns auf einen Ertrag von 70 Centnern pro Hektar gebracht. Auch die Gersteäcker haben nach Dehlinger's Angabe ungefähr den gleichen Ertrag geliefert.

Entwickeln sich die Gründüngungspflanzen in Folge ausnehmend günstiger Herbstwitterung so stark, wie wir auf dem Weilerhofe im Herbst 1890 es festgestellt haben, so wird es gut sein, nicht die Gesammternte an Grünsubstanz unterzubringen. Es wird empfehlenswerth sein, einen Theil derselben zu verfüttern oder auf andere Aecker, Rübenäcker, Kartoffeläcker, auf welchen keine Gründüngungskulturen ausgeführt worden sind, abzufahren und diese damit zu düngen. Man hat sonst Lagerfrucht zu befürchten, denn verlangsamen läßt sich der Zersetzungsproceß der Grünsubstanz nicht, die grüne Pflanzenmasse geht sehr schnell in Zersetzung über, im Verhältniß zum Stallmist so schnell, daß sie nach dieser Richtung hin mit dem Stallmist gar nicht zu vergleichen ist. Der Stallmist besteht ja wesentlich aus „verholzter“ Pflanzenmasse, aus Stroh und aus den unverdaulichen und dementsprechend auch im Boden nur langsam sich zersetzenden Bestandtheilen des Futters. Nur die Harnbestandtheile und einige wenige der festen Excremente

kommen schnell zur Wirkung. Mit dem Uebrigen geht es langsam. Das Uebrige geht zum großen Theil in Humus über, und wie langsam sich der Humus zersetzt, das ist ja bekannt.

Daß von 100 Theilen Stallmiststickstoff 50 Theile im ersten Jahr, 35 im zweiten und 15 im dritten zur Wirkung kommen sollen, wie es in einer mir vorliegenden Schrift zu lesen steht, ist ganz und gar unrichtig. Man weiß ja doch, daß man durch Stallmistdüngung den Boden humusreich und immer humusreicher macht, und man weiß es, wie langsam ein solcher Boden wieder arm an Humus wird. Ist nun aber der Humus umgewandelter Stallmist und hat der Humus eine sehr träge Zersetzbarkeit — wie soll es dann möglich sein, daß der Stallmist innerhalb einer Dauer von drei Jahren zu vollständiger Zersetzung kommt?

Der Stallmiststickstoff ist, wie gesagt, mit dem Gründüngungsstickstoff gar nicht vergleichbar. Die Grünsubstanz ist ein schnell wirkendes Düngemittel, der Stallmist aber ist nur zum geringeren Theil schnell wirkend, zum größeren Theil bietet er nur ein Mittel, welches Ersatz schafft für den sehr langsam im Boden sich zersetzenden Humus. Er ist weit mehr einem zinsentragenden Anlagekapital vergleichbar als einem schnell sich umsetzenden.

Man sollte dies in etwas sorgfältigere Ueberlegung ziehen bei Fragen, welche den relativen Werth des Stallmiststickstoffs und den des Gründüngungsstickstoffs behandeln, Fragen, welche oft mit wenig Gründlichkeit besprochen werden. Man pflegt es gar nicht in Erwägung zu ziehen, daß der Stallmist für verschieden reiche Böden eine sehr verschiedene Bedeutung hat.

Düngt man einen sehr armen Lehmboden mit Stallmist, so ist die Wirkung dieser Düngung eine geringe. Jahrzehnte dauert es, bis man einen sehr armen Lehmboden durch fortgesetzte intensive Stallmistdüngungen zu einem humusreichen und ertragreichen gemacht hat. Es muß sich erst Kapital ansammeln, bis der Boden auf der Höhe seiner Fruchtbar-

keit steht. Ist er auf dieser Höhe angelangt, so erhält von jetzt ab die Stallmistdüngung eine andere Bedeutung. Sie dient nicht mehr zur Vermehrung des Kapitals, sondern zum Ersatz des jährlichen Kapitalverbrauchs, wodurch das Kapital auf gleichbleibender Höhe erhalten wird.

Nehmen wir einmal an, vom Stallmist werden jährlich 10% löslich, so kommen, wenn man einen sehr armen Boden mit jährlich etwa 200 Centnern Stallmist pro Hektar düngt, zunächst nur 20 Centner Stallmist pro Jahr zur Wirkung. Diese Menge aber wird von Jahr zu Jahr sich steigern, bis das Kapital sich auf 20 000 Centner im Boden angesammelt hat. Von jetzt ab merkt man die langsame Wirkung des Stallmistes nicht mehr, denn wenn von diesem 20 000 Centner betragenden Vorrath jährlich 10%, also 200 Centner, löslich werden und zur Wirkung kommen, so ist dies genau so viel, als der jährliche Ersatz, die jährliche Düngung ausmacht.

Man hat also den Boden so weit „in Kultur gebracht“, daß er die Stallmistdüngung „zur vollen Wirkung“ kommen läßt, und es ist jetzt gleichgültig, welche Ansicht man von der Zersetzbarkeit des Stallmistes hat.

Nicht aber gleichgültig ist diese Ansicht, wenn es sich um die Frage handelt, wie der Stallmist sich auf einem armen Boden verwerthet, wie man rationell düngen soll unter Berücksichtigung der Pachtperiode, unter Berücksichtigung der Stallmistkosten und der Möglichkeit eines Stallmistersatzes durch Gründüngungskultur.

Ich würde die Grenzen meines Forschungsgebietes in ungebührlicher Weise überschreiten, wenn ich auf diese Fragen hier näher eingehen wollte. Ich will dies selbstverständlich nicht thun. Nur auf das Folgende möchte ich noch hinweisen.

Wer einen reichen, einen humusreichen, einen durch langjährige Kultur, durch langjährige intensive Stallmistdüngung zu hoher Fruchtbarkeit gebrachten Boden hat, der vergesse es nicht, daß er im Boden ein langsam erworbenes Kapital besitzt, welches er, sobald der Ersatz ausbleibt, wieder verliert,

allmählich verliert und es dann auch nur langsam wiedergewinnen kann. Gerade in dem langsamen Verlauf dieses Processes, dessen Fortschritt oder Rückschritt von einem Jahr zum andern nicht immer mit genügender Schärfe zu constatiren ist, liegt die große Gefahr. Gar leicht ist man Täuschungen ausgesetzt.

Ich kenne Landwirthe, die sich dermaßen haben begeistern lassen für Gründüngung und für „viehlosen Wirthschaftsbetrieb", daß sie ohne weiteres ihr Vieh verkauft haben, um fortan „mit atmosphärischem Stickstoff zu düngen".

Diese Landwirthe nun möchte ich auf zweierlei aufmerksam machen, zunächst darauf, daß man, um „mit atmosphärischem Stickstoff düngen" zu können, noch nicht sein Vieh abzuschaffen braucht.

Auch im Stallmist düngt man ja mit atmosphärischem Stickstoff, denn die Futterfelder, die Klee-, Luzerne-, Esparsettefelder, zum großen Theil auch die Wiesen, zehren ja eben so sehr vom Stickstoff der atmosphärischen Luft als die Gründüngungspflanzen. Der Unterschied besteht nur darin, daß man die Gründüngungssubstanz direct in den Boden bringt, während das Grün- und Trockenfutter erst durch den Viehstall wandert. Die billige Stickstoffquelle der Luft wird nicht nur durch Gründüngungskultur, sondern auch durch intensiven Futterbau ausgenutzt, und zwar um so mehr ausgenutzt, je reichlicher man die Pflanzen mit Phosphorsäure und Kali ernährt.

Sodann muß ich auf die, wenn auch schon bekannte, so doch noch nicht genügend erkannte Thatsache aufmerksam machen, daß es weit weniger schwierig ist, auf einem armen, leichten Sandboden relativ große Erfolge der Gründüngung zu erzielen als auf einem reicheren Lehmboden. In den Arheilger Sand einige Pfund Serradellasamen einzuwerfen, und, wenn derselbe nicht gut aufgeht, noch einige Lupinen nachzusäen — das ist gar keine Arbeit und kostet sehr wenig Geld. Auch der Erfolg ist ein sicherer, denn wenn die Serradella nicht gedeiht, so werden doch die Lupinen wachsen, und wenn auch diese auf dem einen

oder dem anderen Acker einmal mißrathen sollten, so ist immer noch das eventuelle Stürzen der Stoppeln und Einsäen von Lupinen oder Wicken und Erbsen möglich. Auch der Stickstoffgewinn ist auf dem Arheilger Sand ein relativ großer. Der Sand ist arm, „Bodenstickstoff" ist wenig vorhanden. Wir werden annehmen dürfen, daß die circa 150 Kilo Stickstoff pro Hektar, welche die oberirdische Lupinensubstanz der dortigen Aecker (S. 281, II) uns im Herbst 1891 geliefert hat, sämmtlich der atmosphärischen Luft entnommen worden sind und daß der Boden schon durch die **unterirdische** Lupinensubstanz so viel Stickstoff zurückempfangen hat, als die Lupinenpflanzen ihm entzogen haben.

Um wie viel schwieriger aber ist es, die gleiche Menge atmosphärischen Stickstoffs auf einem schwereren Lehmboden einzufangen! Serradella und Lupinen wachsen hier nicht so leicht. Kleearten entwickeln sich langsam. Erbsen und Wicken können erst in die Stoppel gesäet werden, und nicht gering sind die Schwierigkeiten, welche mit dieser Einsaat verbunden sind. Herr Oehlinger führt dies Verfahren ja durch, aber leicht wird es ihm nicht. Ernte und Einsaat sollen hier gleichzeitig geschehen, und jeder Tag, der versäumt wird, kann großen Schaden bringen. Kommt eine längere Regenzeit, so wird die Arbeit gestört; tritt anhaltend trockene Witterung ein, so kommt die Saat nicht vorwärts. Schon Kunstgriffe sind nöthig, damit das Aufgehen der Wicken und Erbsen nicht verzögert werde. Die Samen werden auf dem Weilerhof am Abend gesäet, damit sie während der Nacht Thau anziehen und zu quellen beginnen, und ehe der Tag den Thau wieder getrocknet hat, muß der Acker gepflügt sein! Um drei Uhr Morgens beginnt die Pflugarbeit! Das ist nicht überall durchführbar. Selbst nicht immer auf dem Weilerhofe. Im Herbst 1891 ist in Folge der verzögerten Erntearbeiten auch die Einsaat der Gründüngungspflanzen sehr verzögert worden, und eine Anzahl von Aecker hat liegen bleiben müssen. Eine verspätete Einsaat der Gründüngungspflanzen aber — und das ist sehr zu be-

achten — kann den Stickstoffgewinn ganz und gar in Frage stellen. So lange der Boden Stickstoff liefert, nehmen die Wicken und Erbsen keinen atmosphärischen Stickstoff auf; erst wenn der Boden sie hungern läßt, zehren sie vom Luftstickstoff und erst von da ab wirken sie nicht nur stickstofferhaltend, sondern auch stickstoffbereichernd. Es ist dies eine Thatsache, auf welche ich nicht eindringlich genug verweisen kann und die gerade für den besseren Boden, für den reicheren Lehmboden von großer Bedeutung ist. Je reicher der Boden ist, je mehr er in einem guten Düngungszustande sich befindet, je größer der Fonds an stickstoffreichem Humus ist, der sich durch langjährige intensive Stallmistdüngung in ihm angesammelt hat: um so schwieriger ist es, durch Zwischenkulturen von Gründüngungspflanzen viel atmosphärischen Stickstoff einzufangen. Auf dem Arheilger Sand beginnen die Pflanzen schon bei einer Höhe von vielleicht 5 cm, atmosphärischen Stickstoff einzufangen, denn der Boden läßt sie dann schon hungern; auf einem reicheren Lehmboden aber können dieselben Pflanzen vielleicht erst viermal so hoch werden, bis der Boden sie hungern läßt und erst von da ab — falls die Witterung sie überhaupt noch wachsen läßt — fangen sie an, aus der Atmosphäre zu schöpfen und bereichernd zu wirken.

Man täusche sich also nicht!

Wachsen die Gründüngungserbsen und die Gründüngungswicken auf dem reicheren Lehmboden üppig und erntet man von ihnen genau so viel Grünsubstanz, als die Serradella- und Lupinenkultur auf dem armen Sandboden erbringt — der Gewinn ist nicht immer auf beiden Seiten der gleiche; erst nach Abzug des vom Boden zur Verfügung gestellten Stickstoffs von der Gesammtstickstoffmenge der Grünsubstanz ergiebt sich der eigentliche Gewinn.

Ich rathe deshalb denjenigen Landwirthen, welche trotz reichen kleefähigen Bodens das Risiko eines „viehlosen Wirthschaftsbetriebes“ auf sich nehmen wollen, zu vorheriger sorgfältiger Prüfung. Es ist etwas gewagt, glaube ich, die Erträge

des besseren Bodens von der Gunst der Herbstwitterung abhängig zu machen, und man prüfe und überlege es sich sorgfältig, ob das während der ersten Jahre vielleicht sehr üppige Gedeihen der Gründüngungspflanzen und der auf die Gründüngung folgenden Kulturen nicht zu einem großen Theil auf Rechnung des Bodenvorrathes an Stickstoff zu setzen ist, eines Vorrathes, der von Jahr zu Jahr abnimmt, wenn der erforderliche Ersatz ihm nicht wird.

Wenn man die Wirthschaft des Dr. Oehlinger besucht, wenn man die üppige Herbstvegetation der Erbsen und Wicken, den üppigen Stand der Getreide- und Rübenfelder sich ansieht, so empfängt man den Eindruck, als seien die von mir hervorgehobenen Bedenken nicht vorhanden. Aber dennoch muß ich sie aufrecht erhalten. Selbst im Hinblick auf die so sehr günstigen Resultate, welche auf dem Weilerhofe erzielt werden und zu deren Fortdauer ich ein großes Vertrauen habe, darf man es doch nicht vergessen, daß Herr Oehlinger erst seit wenigen Jahren die „viehlose Wirthschaft" betreibt und daß er die dortigen Aecker in keinem schlechten Düngungszustande übernommen hat. Man muß ferner berücksichtigen, daß die Bodenverhältnisse des Weilerhofes den Gründüngungskulturen relativ günstig sind; der Boden wird nicht zu hart, die Stoppeln lassen sich ohne Schwierigkeit stürzen, auch die Feuchtigkeitsverhältnisse sind nicht schlecht, und endlich muß man noch bedenken, daß Herr Dr. Oehlinger einen Fleiß und eine Rührigkeit und Energie für das Gelingen seiner Wirthschaftsweise einsetzt, wie man diese sehr wesentlichen Factoren wohl nicht überall in gleichem Maße findet.

Zum Schluß nun noch kurz das Folgende:

Wer **feuchten Sandboden**, sogenannten „schwitzenden Sand" besitzt, der kann mit Hülfe von Thomasschlacke, Kainit, Kalk und atmosphärischem Stickstoff ohne große Schwierigkeit es zu reichen Erträgen und zu hohem Reingewinn bringen. Wer aber einen besseren Lehmboden besitzt, der wird nicht in dem gleichen Verhältniß durch atmosphärischen Stickstoff reich

werden, und nicht zu schnell sollte man sich entschließen, „viehlos" zu wirthschaften. Auch bei Stallmistbetrieb bietet sich ja noch Gelegenheit genug, die Stickstoffquelle der atmosphärischen Luft in hohem Maße auszunutzen. Intensive Kaliphosphatdüngung auf Wiesen, für Klee, Luzerne, Esparsette, Erbsen, Bohnen, Linsen rc. thut in der Regel sehr viel, um die Stickstoffquelle der atmosphärischen Luft zu einer reichlich fließenden zu machen.

Sodann aber läßt sich ja auch neben der Viehhaltung oft recht ausgedehnte Gründüngungskultur betreiben. Eine Ueberproduction an Dünger und Futter wird nicht gleich eintreten, und tritt sie ein, so bleibt immer noch Zeit, die geeigneten Maßregeln gegen sie in Anwendung zu bringen. Will man Gründüngungskultur neben Stallmistproduction treiben, so wird es sich empfehlen, die Außenschläge hierfür zu verwenden und diese dann ganz von der Stallmistdüngung auszuschließen. Man hat alsdann einen doppelten Vortheil: man spart die weiten Stallmistfuhren und man vermeidet den Luxus, die Gründüngungspflanzen mit Stallmiststickstoff groß zu ziehen.

Sodann aber kommen auch noch mancherlei Fälle in der Praxis vor, in welchen man einen mehr gelegentlichen und oft recht ergiebigen Gebrauch von den Vortheilen machen kann, welche die Stickstoffquelle der atmosphärischen Luft uns bietet.

Es fallen mir zwei kleine Beispiele ein, die ich hier anführen will.

Ein Landwirth beschrieb mir vor einigen Jahren einen Acker, den er mit Gerste bestellen und zwei Jahre mit Kleegras bestanden haben wollte, um dann Hafer folgen zu lassen. Ich rieth, an Stelle der von ihm in Aussicht genommenen Mischung von Rothklee mit Gräsern, den Acker mit Rothklee und Luzerne einzusäen. Der Landwirth säete darauf beides zur Prüfung ein: Rothklee mit Gräsern einerseits und Rothklee mit Luzerne andererseits.

Als ich im dritten Jahre den Acker sah, stand auf dem Kleegrasstück ein spärliches Gras, der Rothklee (der im ersten

Jahr nach der Gerste einen guten Ertrag ergeben hatte) war jetzt verschwunden und das Gras nährte sich von den Rückständen des Klees. Auf dem Klee-Luzernestück war ebenfalls der Rothklee verschwunden, aber an seine Stelle war eine ungemein üppige Vegetation von Luzerne getreten. Auf diesem Ackerstück also wurde eine reiche Luzerneernte gewonnen, auf dem andern dagegen ein spärliches Gras. Und welches war das Schicksal des nachfolgenden Hafers? Auf dem Luzernefeld fand der Hafer reichliche Stickstoffnahrung, auf dem Grasstück dagegen hatten die Gräser den in den Rothklee-rückständen enthalten gewesenen Stickstoff bereits verzehrt, der Boden war stickstoffarm und der Hafer mußte mit Salpeter gedüngt werden. So also hatte der Landwirth auf dem Kleegrasstück sich die Stickstoffquelle der Atmosphäre verschlossen, auf dem Klee-Luzernestück dagegen sie geöffnet; die Luzerne hatte reichlich daraus geschöpft, und zwar nicht nur für sich, sondern auch noch für den nachfolgenden Hafer.

Auch das andere Beispiel sei noch kurz erwähnt.

Im Frühjahr 1891 wurde mir ein Roggenschlag gezeigt, der durch den anhaltenden und starken Frost des Winters 1890/91 sehr gelitten hatte und bezüglich dessen man in Zweifel war, ob man den Roggen umpflügen oder ihn stehen lassen solle. Ich rieth, den Roggen stehen zu lassen, aber den Bodenraum, den der dünn stehende Roggen übrig lasse, durch Kleekultur auszunutzen. Man befolgte diesen Rath und es wurde Rothklee eingesäet. Der Roggen trieb recht dünn stehende, aber desto kräftigere Halme und trug ungemein lange und volle Aehren, so daß der Ertrag ein erheblich besserer war, als man ihn erwartet hatte. Der zwischenstehende Klee aber entwickelte sich in dem dünn stehenden Roggen so vorzüglich, daß er im Herbst einen reichen Futterschnitt und im Spätherbst eine kräftige Gründüngung lieferte. Nachbaräcker, welche ebenfalls stark ausgewinterten Roggen trugen, aber keine Kleeeinsaat erhalten hatten, zeigten hiergegen ein trauriges Bild. Der Roggen hatte sich zwar recht kräftig entwickelt, aber

zwischen dem Roggen hatte auch das Unkraut Licht und Luft gefunden, sich auf das üppigste zu entwickeln. Die abgeernteten Aecker waren verunkrautet, ihr Stickstoffgehalt war durch die Unkrautwucherung erschöpft, während der mit Klee bestandene rein war, einen reichen Futterschnitt lieferte und der nachfolgenden Frucht eine reichliche Gründüngung bot.

Ich habe im Sommer 1891 unzählig viele Aecker gesehen, die mit Wintergetreide dünn bestanden und von Unkraut überwuchert waren, unzählig viele, denen man die Stickstoffquelle der atmosphärischen Luft hätte öffnen sollen durch Zwischensaat von Klee.

Und so giebt es — ich bin davon überzeugt — recht viele Fälle in der landwirthschaftlichen Praxis, in denen man ganz gelegentlich und ohne daß die geplante Fruchtfolge und das ganze Wirthschaftssystem dadurch gestört wird, die Stickstoffquelle der atmosphärischen Luft sich nutzbar machen kann.

Zum Schluß rathe ich nochmals, tiefgreifende Aenderungen in der Viehhaltung erst dann vorzunehmen, wenn man auf das gründlichste und sorgfältigste die Frage geprüft hat, ob es unter den gegebenen Verhältnissen des Bodens und des Klimas, sowie unter den Absatzverhältnissen für Milch, Fleisch, Stroh ꝛc. rationeller ist, den atmosphärischen Stickstoff mehr für Fütterungszwecke oder mehr für directe Düngungszwecke sich nutzbar zu machen. Möglichst viel von **beiden**, möglichst viel „Futterstickstoff“ und möglich viel „Düngerstickstoff“ aus der Atmosphäre einzufangen suchen, das wird wohl für die weitaus meisten Wirthschaften das empfehlenswertheste sein.

Vierter Abschnitt.

Untersuchungsmethoden und Verzeichniß der zu den Düngungsversuchen verwendeten Bodenarten und Düngemittel.

---

1. Mechanische Analyse des Bodens.

Zur Ausführung der mechanischen Bodenanalyse dienen uns die folgenden Siebe:

1. Gebohrte Messingsiebe von 1, 2 u. 3 mm weiten Oeffnungen.
2. Messingdrahtsieb Nr. 50 von A. Kahl in Hamburg
   mit Oeffnungen von 0,35—0,39 mm seitlich gemessen,
   „ „ „ 0,45—0,50 „ diagonal gemessen.
3. Messingdrahtsieb Nr. 100 von A. Kahl Hamburg (Feinmehlsieb für Thomasschlacke)
   mit Oeffnungen von 0,14—0,17 mm seitlich gemessen,
   „ „ „ 0,22—0,24 „ diagonal gemessen.
4. Seidenflorsieb Nr. 16 von Ehrhardt und Metzger in Darmstadt
   mit Oeffnungen von 0,09 mm seitlich gemessen,
   „ „ „ 0,11 „ diagonal gemessen.

Sämmtliche Siebe sind in Messing gefaßt und haben einen Durchmesser von 15½ cm. Die Höhe des Messingrandes beträgt 6 cm.

Die Ausführung der Analyse geschieht wie folgt.

500 g lufttrockenen Bodens*) werden in eine Porzellanschale gebracht, mit circa 1 Liter Wasser übergossen und unter

---

*) Der bei unsern Versuchen zur Verwendung gelangende Boden wird nach erfolgtem sorgfältigen Mischen durch ein Drahtsieb mit Oeffnungen von 6 mm (seitlich gemessen) gebracht, darauf nochmals durch wiederholtes Umwerfen und Sieben gemischt und eine Probe dieses Bodens lufttrocken gemacht.

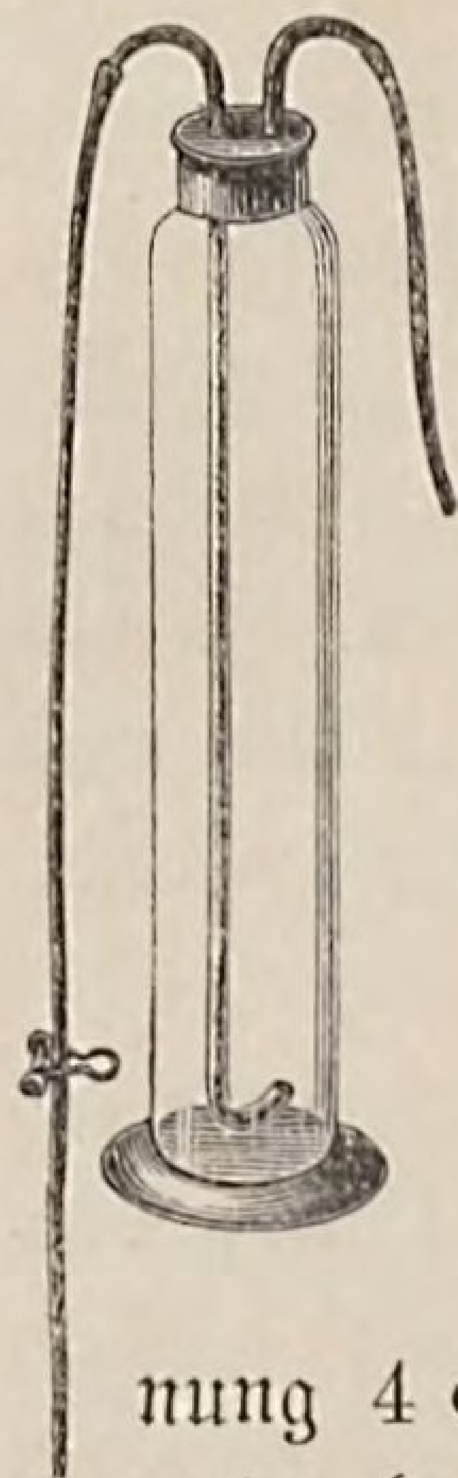
öfterem Umrühren im Wasserbade stehen gelassen. Nach Verlauf von etwa 2 Stunden wird die Sieboperation in der Weise vorgenommen, daß man zunächst das unter 3. aufgeführte Sieb Nr. 50 über eine mit Wasser halb gefüllte Schale hält, den aufgeweichten Boden unter Nachspülen mit Wasser einschüttet, das Sieb dann einige Centimeter tief in das Wasser taucht und den Boden mit Hülfe eines Borstenpinsels so lange unter öfterem Heben und Senken des Siebes zerrührt, bis alle feineren Theile durchgewaschen sind. Der Siebrückstand wird alsdann mit reinem Wasser abgespült, in eine Schale gebracht, bei 100° C getrocknet und als Trockensubstanz gewogen. Mit dem gewonnenen Siebproduct wird jetzt unter Anwendung des Messingdrahtsiebes Nr. 100 genau die gleiche Operation vorgenommen, wie sie vorstehend beschrieben wurde, und nachdem auch diese beendet ist, wird das jetzt gewonnene Siebproduct vorsichtig und in kleineren Portionen in das Seidenflorsieb gebracht, um in gleicher Weise auch durch dieses und zwar unter Anwendung eines etwas weicheren Pinsels gewaschen zu werden. Auch der hierbei erhaltene Siebrückstand wird getrocknet und gewogen, während man das letzte Siebproduct am bequemsten durch Verlustrechnung bestimmt.

Unter Anwendung gebohrter Siebe von 1, 2 und 3 mm weiten Oeffnungen wird der bei der ersten Sieboperation (Sieb Nr. 50) gewonnene Rückstand durch einfaches Absieben in weitere Producte zerlegt.

Die Siebproducte bezw. Siebrückstände erhalten die folgenden Bezeichnungen.

1. Steine: Rückstand im 3 mm Sieb.
2. Steinkies: Product vom 3 mm Sieb u. Rückstand im 2 mm Sieb.
3. Grobkies: „ „ 2 „ „ „ „ „ 1 „ „
4. Feinkies: „ „ 1 „ „ „ „ „ Messingdrahtsieb Nr. 50.
5. Grobsand: „ „ Messingdrahtsieb Nr. 50 u. Rückstand im Messingdrahtsieb Nr. 100.
6. Feinsand: „ „ Messingdrahtsieb Nr. 100 u. Rückstand im Florsieb Nr. 16.
7. Staub: „ „ Florsieb Nr. 16.

Der Staub kann weiter zerlegt werden in „Staubsand“ und „Thon“.



Zur Bestimmung des „Thons“ wird der anbei abgebildete Sedimentircylinder*) benutzt. Der Cylinder hat eine Weite von 7 cm, eine Höhe von 35 cm und ist in einer Höhe von 34 cm (innen gemessen) mit einer Marke versehen. Als Verschluß dient eine Messingkappe, in welche ein Heberrohr und ein Anblaserohr aus Messing eingelöthet sind. Beide Röhren verlängert man durch angelegte Kautschukschläuche. Das (an seinem unteren Ende kurz nach oben gebogene) Heberrohr reicht so weit in den Cylinder, daß die Rohröffnung 4 cm über dem Boden des Cylinders und 30 cm unter der am Cylinder angebrachten Marke sich befindet.

Die Sedimentiroperation wird in folgender Weise vorgenommen.

Aus so viel lufttrockner Erde, als 50 g „Staub“ entspricht, stellt man das Siebproduct „Staub“ her, spült dasselbe in den Cylinder, füllt mit Wasser bis zur Marke auf, verschließt den Cylinder mit einem Kautschukstopfen, schüttelt um und läßt 30 Minuten stehen. Alsdann wird der Kautschukstopfen abgenommen, die Messingkappe mit Heber und Anblaserohr aufgesetzt, das Heberrohr durch Anblasen gefüllt und die über dem Niederschlag stehende Flüssigkeit abfließen lassen. Der Rückstand wird wieder mit Wasser bis zur Marke übergossen und die Sedimentiroperation so oft wiederholt, bis die ablaufende Flüssigkeit fast klar erscheint. Der im Cylinder verbleibende Rückstand (Staubsand) wird alsdann in eine Porzellanschale gespült, bei 100° C getrocknet und gewogen.

Der Thongehalt wird durch Verlustrechnung ermittelt.

*) Der Sedimentircylinder, sowie sämmtliche bei der mechanischen Analyse zur Anwendung kommenden Siebe können von der Firma Ehrhardt und Metzger in Darmstadt bezogen werden.

2. Chemische Bodenanalyse.

a. Die Bestimmung des Phosphorsäuregehaltes.

Unter „Phosphorsäuregehalt“ des Bodens verstehen wir diejenige Phosphorsäuremenge, welche sich löst, wenn man auf 1 Gewichtstheil Boden 2 Volumtheile 30procentiger Salpetersäure bei Wasserbadwärme 3 Stunden lang einwirken läßt.

Bei der Darstellung dieses Bodenauszuges hat man den Kalkgehalt des Bodens zu berücksichtigen, denn ein kalkreicher Boden würde in Berührung mit 30procentiger Salpetersäure einen Theil dieser Säure neutralisiren, und eine entsprechend schwächere Säure würde auf das Phosphat dieses Bodens zur Einwirkung kommen.

Um also stets gleiche Verhältnisse zu haben, auf jeden Boden eine Säure von genau 30% zur Einwirkung zu bringen, ist es nothwendig, die „Basicität“ des Bodens zuvor zu ermitteln und alsdann eine dieser Basicität entsprechend concentrirte Säure in Anwendung zu bringen.

Wir bestimmen die Basicität des Bodens (ausgedrückt in Procenten kohlensauren Kalks) in folgender Weise.

5 g des feingeriebenen Bodens werden in einem Becherglase mit 50 ccm Normalsalpetersäure übergossen und unter öfterem Umrühren 2 Stunden lang stehen gelassen. Alsdann wird in ein 200 ccm-Kölbchen abfiltrit, der Rückstand mit Wasser ausgewaschen und das Filtrat bis zur Marke aufgefüllt.

50 ccm dieses Filtrats werden mit Viertelnormalnatronlauge titrirt.

Zieht man die verbrauchten ccm Viertelnormalnatronlauge von 50 ab, so erhält man direct den Gehalt des lufttrockenen Bodens an kohlensaurem Kalk in Procenten.

Die Herstellung des salpetersauren Bodenextractes behufs Phosphorsäurebestimmung ist jetzt einfach.

Wir halten uns für diesen Zweck

1, eine 30procentige Salpetersäure (spec. Gew. = 1,219, 100 ccm = 36,6 g N_2O_5 enthaltend) und

2, eine 56,5procentige Salpetersäure (spec. Gew. = 1,40, 100 ccm = 79,1 g N_2O_5 enthaltend)

vorräthig.

Enthält nun der zu untersuchende Boden keinen kohlensauren Kalk oder nur Spuren desselben, so werden einfach 100 g des lufttrockenen (unzerriebenen) Bodens in einen 500 ccm-Kolben gebracht und mit 200 ccm 30procentiger Salpetersäure übergossen. Nach dreistündigem Digeriren im Wasserbade unter öfterem Umschütteln wird erkalten lassen, bis zur Marke mit Wasser aufgefüllt und durch ein trocknes Filter filtrirt.

Enthält dagegen der zu untersuchende Boden kohlensauren Kalk, so bringt man auf je 1% kohlensauren Kalk 2,5 ccm 56,5procentige Salpetersäure*) in ein 200 ccm-Kölbchen, füllt bis zur Marke mit 30procentiger Salpetersäure auf, übergießt mit diesem Säuregemisch die 100 g Boden und verfährt wie oben.

Der abfiltrirte salpetersaure Bodenextract wird (siehe unten) zur Bestimmung des Phosphorsäuregehaltes verwandt.

Um aber die in diesem Filtrat nachgewiesene Phosphorsäure auf die in Untersuchung genommenen 100 g Boden berechnen zu können, ist es nothwendig, das Volumen des in Salpetersäure unlöslich gebliebenen Bodenrestes zu ermitteln, um dasselbe von dem (500 ccm betragenden) Gesammtvolumen des sauren Extractes + Bodenrückstand in Abzug bringen und das Volumen des sauren Extractes ermitteln zu können.

Zu diesem Zweck wird, nachdem das saure Filtrat gewonnen und zur Seite gestellt ist, der verbliebene Bodenrückstand auf dem Filter gesammelt, etwas mit Wasser nach-

---

*) Zur Sättigung von 1 g kohlensauren Kalkes sind 1,08 g N_2O_5 oder $\frac{1{,}08 \cdot 100}{79{,}1 - 36{,}6} = 2{,}5$ ccm 56,5procentiger Salpetersäure nöthig, wenn nach Sättigung des kohlensauren Kalks noch 2,5 ccm 30procentiger Salpetersäure übrig bleiben sollen.

gewaschen, getrocknet und in ein 200 ccm-Kölbchen gebracht. Das Kölbchen sammt Inhalt wird tarirt, der Inhalt mit Wasser übergossen, durch Umschütteln die adhärirende Luft entfernt, bis zur Marke aufgefüllt und gewogen.

Zieht man das Gewicht des eingefüllten Wassers (in Grammen) von 200 ab, so findet man das in ccm ausgedrückte Volumen des Bodenrückstandes, und indem man dies Volumen von 500 in Abzug bringt, findet man das Volumen des Säureextractes.

Zur Bestimmung der Phosphorsäure werden von dem filtrirten Säureextract 100 ccm in ein Becherglas gebracht und mit 100 ccm Molybdänlösung*) versetzt. Nach circa 10 Minuten langem Stehen im Wasserbade und erfolgter Abkühlung wird filtrirt. Der Niederschlag wird mit 1 procentiger Salpetersäure ausgewaschen und mit 2$^{1}/_{2}$ procentigem Ammoniak vom durchstochenen Filter unter reichlichem Nachwaschen des letzteren zurück in das Becherglas gespült. Die ammoniakalische Lösung des Phosphormolybdänniederschlages muß, wenn man von einigen beim Auswaschen des Filters mit heruntergerissenen Papierfasern absieht, vollkommen klar sein. Ein mitunter vorkommender weißer, flockiger Niederschlag, welcher, wie nachgewiesen wurde, Phosphorsäure enthält, muß dadurch beseitigt werden, daß man nach erfolgtem Ansäuern der Lösung eine nochmalige Fällung mittelst Molybdänlösung vornimmt.

In die ammoniakalische Lösung werden dann 20 ccm Magnesiamixtur**) unter beständigem Rühren eingetröpfelt.

*) Darstellung der Molybdänlösung. 125 g Molybdänsäure werden in verdünntem (2$^{1}/_{2}$ procentigem) Ammoniak unter Vermeidung eines größeren Ueberschusses dieses Lösungsmittels gelöst, 400 g Ammonnitrat hinzugefügt, mit Wasser zu 1 Liter verdünnt und diese Lösung in 1 Liter Salpetersäure von 1,2 spec. Gew. gegossen. Nach 24 Stunden wird filtrit.

**) Darstellung der Magnesiamixtur. 110 g krystallisirtes Chlormagnesium und 140 g Chlorammon werden mit 1300 ccm Wasser und 700 ccm 8 procentigem Ammoniak übergossen. Nach mehrtägigem Stehen wird die Lösung filtrirt.

Nach Ablauf einer Stunde wird filtrirt, der Niederschlag auf einem Filter von bekanntem Aschengehalt gesammelt, mit 2procentigem Ammoniak ausgewaschen, getrocknet, im Platintiegel über dem Bunsen'schen Brenner zuerst bei kleiner, darauf verstärkter Flamme bis zu vollständiger Veraschung der Filterkohle erhitzt, noch 5 Minuten lang im Rößler'schen Ofen geglüht, gewogen und nach Abzug der Filterasche als pyrophosphorsaure Magnesia in Rechnung gebracht.

b. Die Bestimmung des Kaligehaltes.

Unter „Kaligehalt" des Bodens verstehen wir genau so wie bei der Phosphorsäure diejenige Menge von Kali, welche sich löst, wenn man auf 1 Gewichtstheil Boden 2 Volumentheile 30procentiger Salpetersäure bei Wasserbadwärme 3 Stunden einwirken läßt. Der in oben beschriebener Weise erhaltene salpetersaure Bodenextract dient also auch zur Kalibestimmung, die wir wie folgt ausführen.

200 ccm des filtrirten Extractes werden in einer Porzellanschale auf dem Wasserbade bis zur Trockne eingedampft. Der Rückstand wird bis zur vollständigen Verjagung der freien Salpetersäure und Umwandlung der Nitrate in Chloride wiederholt mit Salzsäure angefeuchtet und abgedampft. Ist schließlich auch noch die freie Salzsäure durch Anfeuchten mit Wasser und Abdampfen entfernt, so nimmt man den Rückstand mit Wasser auf und bringt ihn in einen 500 ccm-Kolben, erhitzt auf dem Wasserbade und fügt Barytwasser bis zur stark alkalischen Reaction hinzu. Nach dem Erkalten wird bis zur Marke aufgefüllt, umgeschüttelt und durch ein trocknes Faltenfilter filtrirt. 250 ccm dieses Filtrats (entspr. 100 ccm der ursprünglichen Lösung) bringt man wieder in einen 500 ccm-Kolben, versetzt mit kohlensaurem Ammoniak im Ueberschuß, erhitzt eine Zeit lang auf dem Wasserbade, läßt erkalten, füllt bis zur Marke auf, schüttelt um und filtrirt. Von dem jetzt erhaltenen Filtrat dampft man 250 ccm (entspr. 50 ccm der ursprünglichen Lösung) in einer gewogenen Platinschale auf dem Wasser-

bade zur Trockne, erhitzt den Rückstand unter Vermeidung zu hoher Temperatur bis zur vollständigen Verflüchtigung der Ammoniaksalze, wägt die erkaltete Schale, nimmt den Salzrückstand mit Wasser auf, filtrirt durch ein kleines Filter in eine Porzellanschale und wäscht sorgfältig nach. Dem Filtrat fügt man auf je 0,1 g Salzmasse $3^1/_2$ ccm Platinchloridlösung (100 ccm = 5 g Pt) hinzu und verdampft auf dem Wasserbade völlig zur Trockne. Die trockne Salzmasse wird mit 2 Tropfen Wasser befeuchtet, mit einem Glasstäbchen zerrührt und mit 2—3 ccm Alkohol von 90% zerrieben. Darauf fügt man mehr Alkohol hinzu, rührt mit dem Glasstäbchen einige Minuten lang um, läßt etwas absetzen, filtrirt die überstehende alkoholische Lösung durch ein bei 100° C getrocknetes und gewogenes Filter und behandelt den in der Schale verbleibenden Rückstand so oft mit neuen kleinen Portionen Alkohol, als noch ein gefärbtes Filtrat erhalten wird. Filtrirt der Alkohol farblos ab, so spült man das Kaliumplatinchlorid auf das Filter, wäscht noch einige Male mit Alkohol aus, entfernt darauf mit Hülfe von Fließpapier so viel als möglich den Alkohol aus dem Filter, trocknet letzteres im Filtertrockengläschen bei 100° C und wägt.

c. Die Bestimmung des Stickstoffgehaltes.

10 g feingeriebener, lufttrockener Boden werden in ein gut gekühltes, aus Kaliglas hergestelltes Kochfläschchen von 300 bis 350 ccm Rauminhalt gebracht und mit 2 Tropfen metallischem Quecksilber (circa 0,6 g), 30 ccm concentrirter reiner Schwefelsäure (welche pro Liter 20 g Baumöl enthält) und etwas Paraffin (zur Verhütung des Ueberschäumens) versetzt. Das Kochfläschchen legt man hierauf schräg in eine Eisenblechschale, welche mit Rose'scher Metalllegirung gefüllt ist, und läßt den Inhalt so lange sieden, bis er völlig farblos geworden ist. Die erkaltete Flüssigkeit wird unter Nachspülen mit destillirtem Wasser in einen Erlenmeyer-Kolben von $^3/_4$ Liter Rauminhalt gebracht. Nach dem Erkalten fügt man 100 ccm

Natronlauge (30% NaOH), 20 ccm Schwefelkaliumlösung (5% K_2S) und einige Körnchen Zink (um ein Stoßen der Flüssigkeit zu verhüten) hinzu, legt die Vorlage an und erhitzt. Das entweichende Ammoniak fängt man in 20 ccm Halbnormalschwefelsäure auf und titrirt mit Viertelnormalnatronlauge. Die Ammoniakdestillation erfolgt ohne Kühlung und dauert 20—25 Minuten. Als Leitungsrohr bedient man sich eines gebogenen Glasrohrs, an dessen beiden Schenkeln sich eine ca. 100 ccm fassende Kugel befindet. Die eine dieser Kugeln verhindert ein Ueberspritzen der Natronlauge, die andere ein Zurücksteigen der vorgelegten Säure.

Zieht man die bei der Titration verbrauchten ccm Viertelnormalnatronlauge von 40 ab und multiplicirt die sich hierbei ergebende Differenz mit 0,035, so erhält man den procentischen Stickstoffgehalt des lufttrockenen Bodens.

d. Die Bestimmung des Humusgehaltes.

In ein 150—200 ccm fassendes Kölbchen bringt man 5 g feingeriebenen, lufttrockenen Boden, fügt 20 ccm Wasser und 30 ccm concentrirte Schwefelsäure zu und entfernt die Kohlensäure durch öfteres Absaugen der Luft und Erwärmen des Kölbchens. Nach dem Erkalten bringt man 5 g reine Chromsäure in das Kölbchen, legt einen Trockenapparat nebst Geißler'schem Kaliapparat an, erwärmt langsam, steigert die Temperatur auf 90—95° C, entfernt schließlich die Flamme und leitet kohlensäurefreie Luft durch den Apparat.

Die Gewichtszunahme des Kaliapparates mit 9,42 multiplicirt ergiebt den procentischen Humusgehalt des lufttrocknen Bodens.

e. Die Bestimmung des kohlensauren Kalks.

Der kohlensaure Kalk wird dadurch bestimmt, daß man die chemisch gebundene Kohlensäure ermittelt und diese auf kohlensauren Kalk berechnet.

5 g feingeriebener, lufttrockener Boden werden in ein circa 100 ccm fassendes Kölbchen gebracht und zur Austreibung der absorbierten Kohlensäure 1 Stunde lang bei 100° C ge-

trocknet. Das Kölbchen wird dann mit einem doppelt durchbohrten Kork verschlossen, durch dessen eine Bohrung ein Trichterrohr bis auf den Boden des Kölbchens reicht, während durch die andere ein mit Trockenapparat und Geißler'schem Kaliapparat verbundenes Ableitungsrohr führt. Nach erfolgter Zusammensetzung des Apparates wird verdünnte Salzsäure durch das Trichterrohr gegossen, erwärmt, bis zu schwachem Sieden erhitzt, erkalten gelassen und kohlensäurefreie Luft durchgeleitet.

Die Gewichtszunahme des Kaliapparates mit 45,46 multiplicirt ergiebt den procentischen Gehalt des lufttrockenen Bodens an kohlensaurem Kalk.

3. Untersuchung der Erntesubstanzen.

a. Die Bestimmung der Trockensubstanz.

Zur Bestimmung der Trockensubstanz dienen die folgenden Apparate.

1. Cylindrische, aus Messingblech hergestellte Trockenhülsen von 23 cm Länge und 6 cm Durchmesser, welche an beiden Enden verjüngt sind und mittelst Gummistopfen verschlossen werden können. Nahe der unteren Oeffnung derselben findet sich ein feines Drahtnetz eingelöthet, welches ein Herausfallen der zu trocknenden Substanz verhindert, ohne die Circulation der Luft aufzuheben.

2. Ein aus Kupfer gearbeiteter Dampf-Trockenapparat von 1 m Länge, 45 cm Tiefe und 30 cm Höhe. Derselbe enthält eingelöthet 40 oben und unten offene, in senkrechter Stellung angebrachte, mit Wasserdampf zu umspülende Kupferröhren, in welche die Blechhülsen genau passen und eingehängt werden können. Zur Vermeidung eines Wärmeverlustes ist der Apparat mit Filz, Watte und Holz umkleidet.

Mit Hülfe dieser Vorrichtung läßt sich der Gehalt der Ernteproducte sehr schnell und sehr genau ermitteln.

Die geernteten Samen werden ohne vorherige Zerkleinerung in die Trockenhülsen gebracht. Nach 20 Stunden ist Gewichtsconstanz erreicht. Die Hülsen werden dann aus dem Apparat

genommen, unten und oben mit Gummistopfen verschlossen und nach dem Erkalten gewogen.

Stroh und Kraut werden zuvor auf einer Häckselmaschine geschnitten. Das Trocknen dieser Substanz währt 4 Stunden.

Soll die Substanz zu weiteren analytischen Bestimmungen dienen, so wird sie nach dem Trocknen auf der Excelsiormühle gemahlen und die Feuchtigkeit der gemahlenen Substanz durch Trocknen in den bekannten Trockengläschen im Dampf-Trockenkasten bestimmt.

In nachstehender Tabelle will ich einige mit Hülfe des beschriebenen Trockenapparates ausgeführte Bestimmungen mittheilen, aus welchen man den Grad der Genauigkeit beurtheilen kann und zugleich einige Anhaltspunkte über die zum Trocknen erforderliche Zeitdauer gewinnt. Ich bemerke dazu, daß nicht bei allen Substanzen die Gewichtsconstanz so schnell eintritt als bei dem hier als Beispiel gewählten Gerstestroh, weshalb wir eine kürzere Dauer als vierstündiges Trocknen niemals in Anwendung bringen.

Trockensubstanzbestimmungen im Gerstestroh.

Nr. der Trockenhülse.	Gewicht der lufttrocknen Substanz. g	Gewicht nach 2stündigem Trocknen. g	Trockensubstanz. %	Trockensubstanzabweichung vom Mittel. %	Gewicht nach 4stündigem Trocknen. g	Trockensubstanz. %	Trockensubstanzabweichung vom Mittel. %	Gewicht nach 6stündigem Trocknen. g	Trockensubstanz. %	Trockensubstanzabweichung vom Mittel. %
1.	29,66	24,34	**82,06**	± 0,00	24,33	**82 03**	+ 0,01	24,33	**82,03**	+ 0,01
2.	30,53	25,06	**82,08**	+ 0,02	25,05	**82,05**	+ 0,03	25,05	**82,05**	+ 0,03
3.	33,46	27,46	**82,07**	+ 0,01	27,43	**81,98**	— 0,04	27,43	**81,98**	— 0,04
4.	36,02	29,57	**82,09**	+ 0,03	29,55	**82,04**	+ 0,02	29,55	**82,04**	+ 0,02
5.	37,64	30,86	**81,99**	— 0,07	30,85	**81,96**	— 0,06	30,84	**81,93**	— 0,09
6.	31,08	25,52	**82,11**	+ 0,05	25,51	**82,08**	+ 0,06	25,51	**82,08**	+ 0,06
7.	31,95	26,21	**82,03**	— 0,03	26,20	**82.00**	— 0,02	26,20	**82,00**	— 0,02
8.	33,97	27,88	**82,07**	+ 0,01	27,87	**82,04**	+ 0,02	27,87	**82,04**	+ 0,02
9.	28,62	23,46	**81,97**	— 0,09	23,46	**81,97**	— 0,05	23,45	**81,94**	— 0,08
10.	36,24	29,77	**82,15**	+ 0,09	29,75	**82,09**	+ 0,07	29,75	**82,09**	+ 0,07
Mittel:	32,92	27,01	82,06		27,00	82,02		27,00	82,02	

b. **Die Berechnung der „lufttrockenen" Substanz aus der Trockensubstanz.**

In den im fünften Abschnitt gegebenen Tabellen haben wir die bei unseren Versuchen geerntete Substanz sowohl in Form von Trockensubstanz als auch — um mit anderen Angaben besser vergleichbare Werthe zu bieten — in Form von „lufttrockener" Substanz angegeben. Unter „lufttrockener" Substanz aber haben wir nicht die direct erhaltene Erntemasse von schwankendem Wassergehalt, sondern eine aus der gefundenen Trockensubstanz berechnete Erntemasse von constantem „mittleren" Feuchtigkeitsgehalt verstanden.

Dieser Berechnung legten wir die folgenden, den Wolff'schen Tabellen des Mentzel'schen Kalenders entnommenen Zahlen für den mittleren Feuchtigkeitsgehalt der „lufttrockenen" bezw. „frischen" Substanz zu Grunde.

Durch Multiplication der gefundenen Trockensubstanz mit den beigedruckten Factoren erhielten wir die „lufttrockene" bezw. „frische" Substanz.

		Wasser. %	Factoren.
Weizen, Roggen, Gerste, Hafer	Stroh	14	1,1628
	Körner	14	1,1628
Lein	Stengel	12	1,1364
	Samen	12	1,1364
Senf, Rübsen	Stroh	16	1,1905
	Samen	12	1,1364
Tabak	Blätter u. Stengel	18	1,2195
	Samen	12	1,1364
Bohnen	Stroh	16	1,1905
	Körner	14	1,1628
Möhren, frisch	Kraut	82	5,5555
	Möhren	85	6,6666
Kartoffeln, frisch	Kraut	77	4,3478
	Knollen	75	4,0000
Zuckerrüben, frisch	Kraut	90	10,0000
	Rüben	82	5,5555

c. Die Bestimmung der Wurzeltrockensubstanz.

Unter Wurzeltrockensubstanz verstehen wir die geerntete Wurzelsubstanz abzüglich Feuchtigkeit und Rohasche.

d. Die Bestimmung des Stickstoffs.

1 g feingemahlene lufttrockene Substanz wird nach der auf Seite 301 beschriebenen Methode behandelt. Die gefundenen ccm Viertelnormalnatronlauge von 40 abgezogen und die Differenz mit 0,35 multiplicirt ergiebt den procentischen Stickstoffgehalt der lufttrockenen Erntemasse.

e. Die Bestimmung der Rohasche.

50 g grobgemahlene lufttrockene Substanz werden in eine tarirte Platinschale mit aufgesetztem Schornstein gebracht und bei schwacher Rothgluth unter öfterem Abkühlenlassen und Wiedererhitzen verascht.

Schlecht veraschende Substanzen werden zunächst nur verkohlt, die Kohle wird mit Wasser extrahirt, getrocknet, verascht, die Asche mit dem wässerigen Extract vereinigt und zur Trockene gebracht.

f. Die Bestimmung von Sand (+ Kieselsäure).

Die in der Platinschale befindliche unter e. gewonnene Rohasche wird mit etwas Wasser angefeuchtet, mit Salzsäure übergossen, in eine Porzellanschale gebracht und auf dem Dampfapparat bis zur Trockne eingedampft. Die im Dampf-Trockenkasten vollständig getrocknete Masse übergießt man wieder mit Salzsäure, erwärmt, verdünnt mit heißem Wasser und filtrirt durch ein Filter von bekanntem Aschengehalt in ein 250 ccm-Kölbchen. Ist der Schaleninhalt vollständig auf das Filter gebracht, so wäscht man Filter und Rückstand zunächst mit Salzsäure und schließlich mit heißem Wasser gut aus, trocknet und glüht in einem Platintiegel. Der Glührückstand abzüglich der Filterasche mit 2 multiplicirt giebt den Sand- + Kieselsäuregehalt der lufttrockenen Erntemasse in Procenten an.

Das im 250 ccm-Kölbchen befindliche Filtrat wird bis auf 250 ccm verdünnt und zur Bestimmung von Phosphorsäure, Kali ꝛc. benutzt.

g. Die Bestimmung der Phosphorsäure.

Von dem unter f. gewonnenen Filtrat werden je nach der darin enthaltenen Phosphorsäuremenge 25 oder 50 oder auch 100 ccm in ein Becherglas gebracht, mit 100 ccm Molybdänlösung versetzt und nach der auf Seite 299 angegebenen Methode weiter behandelt. Die erhaltene pyrophosphorsaure Magnesia ist bei Anwendung von 25 ccm mit 12,8, bei Anwendung von 50 ccm mit 6,4, und bei Anwendung von 100 ccm mit 3,2 zu multipliciren, um den procentischen Phosphorsäuregehalt der lufttrockenen Erntesubstanz zu erhalten.

h. Die Bestimmung des Kalks.

50 ccm des unter f. erhaltenen Filtrats werden in ein Becherglas gebracht und mit 20 ccm conc. Schwefelsäure versetzt. Nach dem Erkalten der Mischung fügt man 100 ccm 95procentigen Alkohol hinzu, rührt um und läßt 12 Stunden stehen. Alsdann wird filtrirt, der Niederschlag auf's Filter gebracht, mit 60procentigem Alkohol gut ausgewaschen, getrocknet, mäßig geglüht und als schwefelsaurer Kalk ($CaSO_4$) gewogen. Das Gewicht des geglühten Niederschlags mit 4,12 multiplicirt giebt den procentischen Kalkgehalt der lufttrockenen Erntesubstanz an.

i. Die Bestimmung des Kalis.

100 ccm des unter f. erhaltenen Filtrats werden in einer Porzellanschale auf dem Wasserbade bis zur Trockne eingedampft und das Kali nach der auf Seite 300 angegebenen Methode ermittelt. Das gefundene Kaliumplatinchlorid ist mit 3,88 zu multipliciren, um den procentischen Kaligehalt der lufttrockenen Substanz zu erhalten.

k. Die Bestimmung des Natrons.

Der Natrongehalt wird durch Rechnung gefunden, indem man von dem Gesammtgewicht des Chlorkaliums + Chlor-

natrium (siehe Seite 300) das aus dem analytisch ermittelten Kali sich berechnende Chlorkalium in Abzug bringt.

4. Untersuchung der Düngemittel.

a. Die Bestimmung des Stickstoffs in Ammoniaksalzen.

20 g Substanz werden in einen Literkolben gebracht und in Wasser gelöst. Die Lösung wird bis zur Marke aufgefüllt. 25 ccm der Lösung (entsprechend 1/2 g Substanz) werden in eine Erlenmeyer'sche Kochflasche von 3/4 Liter Rauminhalt gebracht, 200 ccm Wasser, 30 ccm Natronlauge (30% NaOH) und einige Körnchen Zink zugefügt und 25 Minuten lang gekocht. Das entweichende Ammoniak wird in Halbnormalschwefelsäure (20 ccm, wenn die Substanz weniger, und 40 ccm, wenn dieselbe mehr als 8% Stickstoff in Ammoniakform enthält) aufgefangen und durch Titriren mit Viertelnormalnatronlauge bestimmt. Die Destillation geschieht, wie auf Seite 302 angegeben.

b. Die Bestimmung des Stickstoffs in Nitraten.

20 g Substanz werden in Wasser zu 1 Liter Flüssigkeit gelöst. Von dieser Lösung werden 25 ccm in einen Erlenmeyer-Kolben von 3/4 Liter Rauminhalt gebracht, mit 200 ccm Wasser und 30 ccm Natronlauge (30% NaOH) gemischt. In die Flüssigkeit werden alsdann 3 g Aluminiumdraht*) und einige Körnchen Zink geworfen. Der Kolben wird mit dem Destillationsrohr sogleich verschlossen und dieses mit der Vorlage, welche 40 ccm Halbnormalschwefelsäure enthält, verbunden. In schräger Lage bleibt dieser Apparat so lange stehen, bis der Aluminiumdraht sich vollständig aufgelöst hat, was nach ungefähr 18 Stunden geschehen ist. Alsdann wird das entstandene Ammoniak wie unter c Seite 302 angegeben ist, abdestillirt und durch Titration bestimmt.

---

*) Der von uns verwendete Aluminiumdraht hat einen Durchmesser von 0,5 mm.

c. Die Bestimmung des Stickstoffs in organischer Substanz bei Abwesenheit von Nitraten oder bei Gegenwart von nicht mehr als 3/4% Nitratstickstoff.

In 1 g Substanz wird der Stickstoff nach der auf Seite 301 beschriebenen Methode ermittelt.

d. Die Bestimmung des Stickstoffs in organischer Substanz bei Gegenwart von mehr als 3/4% Nitratstickstoff.

1 Theil der Substanz wird mit 2 Theilen gebranntem Gyps innig verrieben. 3 g dieser Mischung bringt man in ein 350 ccm fassendes Kochfläschchen, fügt 40 ccm Phenolschwefelsäure (1 Liter conc. Schwefelsäure mit 40 g kryst. Carbolsäure versetzt) hinzu und läßt die Mischung unter zeitweisem Umschwenken 5—10 Minuten stehen, ohne sie zu erwärmen. Alsdann fügt man ganz allmählich und unter Abkühlung des Kolbens 2—3 g Zinkstaub, sowie 2 Tropfen metallisches Quecksilber hinzu. Die Mischung wird jetzt gekocht, bis die Flüssigkeit nicht mehr gefärbt ist und im weiteren ganz so behandelt, wie auf Seite 301 angegeben ist.

Die **Phosphorsäure-** und **Kalibestimmungen** in Düngemitteln werden nach den bekannten vom Verband landwirthschaftlicher Versuchsstationen getroffenen Vereinbarungen ausgeführt.

Verzeichniß der zu den Versuchen verwendeten Bodenarten.

Nr.	Bezeichnung der Bodenart.	Bezugsquelle.	Versuchsreihe und Jahrgang.	In je 100 Theilen Trockenboden (bei 100° C getrocknet) sind enthalten									
				Kohlens. Kalk. %	Humus. %	Gesammt-Stickstoff. %	Staub. %	Feinsand. %	Grobsand. %	Feinkies. %	Grobkies. %	Steinkies. %	Steine. %
1	Kalkhaltiger Lehmboden.	J. Rösch, Guntersblum.	3, 13, 15, 18. 1886.	12,5	1,8	0,109	59	13	22	4	1	1	0
3	Lehmboden.	Gütlich, Weilerhof.	16. 1886.	5,4	1,7	0,157	68	18	10	2	1	1	0
9	Kalkreicher Lehmboden.	J. Schmitt, Guntersblum.	19. 1885/86.	33,5	1,0	0,085	92	4	3	1	0	0	0
13	Kalkreicher Sandboden.	Guntersblum (9) u. Versuchsgarten.	4. 1885/86.	16,8	0,9	0,091	55	14	27	3	1	0	0
14	Sandiger Lehmboden.	„ (1) u. „	14. 1886.	4,2	1,2	0,076	30	22	42	4	1	1	0
15	Stickstoffarmer Sandboden.	Versuchsgarten.	2. 1886.	0,3	0,4	0,035	15	25	53	4	2	1	0
24a	Steriler Sand (ungeglüht).	„	1, 13. 1886.	0,4	0,2	0,016	14	28	54	3	1	0	0
24b	„ „ (geglüht).	„	1. 1886.	0,4	0	0,0105	14	28	54	3	1	0	0
33	Lehmboden.	H. Werner, Reinheim.	6, 7, 8, 10, 12, 17, 29, 30, 31. 1887.	1,0	0,7	0,089	92	5	2	1	0	0	0
34	Sandboden.	Versuchsgarten.	9. 1887.	0,1	0.9	0,071	16	16	58	5	3	1	1
35	Geglühter Sand.	„	27. 1887.	0,3	0	0,028	13	29	52	4	2	0	0
43	Lehmboden.	Gebr. Köpp, Reinheim.	34a, 35, 39, 40, 41. 1888.	0,5	0,6	0,062	78	18	3	1	0	0	0
52	Torfboden.	Bremen.	40. 1888.	0	96,0*)	1,015	—	—		—	—	—	—
53	Sandboden.	Versuchsgarten.	42. 1888/89.	0,1	1,4	0,097	18	23	50	5	2	1	1
56	Lehmboden.	Gebr. Köpp, Reinheim.	34b, 60, 66. 1889.	0,5	0,7	0,066	85	11	3	1	0	0	0

*) Aschefreie organische Substanz.

Verzeichniß der zu den Versuchen verwendeten Stickstoff-Düngemittel und Angabe über deren Stickstoffgehalt.

Nr. der Düngemittel.	Bezeichnung der Düngemittel.	Stickstoffgehalt in Procenten.	Verwendet zu Versuchsreihe Nr.
3	Peruguano	7,40	29.
4	"	19,88	29.
14	Salpeters. Natron (chem. rein) . .	16,50	1, 2 ꝛc.
15	Schwefels. Ammoniak (chem. rein) .	21,25	2, 27 ꝛc.
17	Salpeters. Ammoniak (chem. rein)[1]	in Form von Lösungen verwandt.	6, 7 ꝛc.
18	Salpeters. Kalk (chem. rein)[1] . .	in Form von Lösungen verwandt.	9 a, b.
19	Kohlens. Ammoniak (chem. rein)[1]	in Form von Lösungen verwandt.	3 a, b, c.
27	Stallmist[2]	0,604	10 a.
29	Grüne Pflanzenmasse[3]	1,39	10 a, 17.
32	Knochenmehl	4,64	10 a, b, c.
35	Blutmehl	13,44	10 a, b, c, 39 a, b, 17.
37	Peruguano	7,45	10 a, b, c.
39	Ricinusmehl	4,27	10 a, b, c.
41	Stallmist[2]	0,547	10 b.
42	Wollstaub	5,95	10 a, b, 39 a.
43	Fischmehl	8,47	10 a, b, c.
44	Fleischmehl	6,30	10 a, b, c.
45	Hornmehl	12,22	10 a, b, c, 39 a, b, 66.
46	Ledermehl	8,44	10 a, b, c.
47	Grüne Pflanzenmasse[4]	0,810	10 b.
77	Knochendünger I	2,60	39 a.
78	" II	3,98	39 a.
82	Stallmist[2]	0,613	39 a.
83	Grüne Pflanzenmasse[5]	0,918	39 a.
95	Conc. Rinderdünger	3,24	66.
100	Wollstaub	2,31	10 c, 39 b.
101	Grüne Pflanzenmasse[6]	1,82	10 c, 39 b.
102	Stallmist[2]	0,450	10 c, 39 b.
123	Grüne Pflanzenmasse[7]	1,37	66.

Bemerkungen zu vorstehender Tabelle.

[1] **Salpetersaures Ammoniak**, **salpetersaurer Kalk** und **kohlensaures Ammoniak** wurden in Form von Lösungen verwandt, deren Gehalt an Stickstoff analytisch ermittelt wurde.

[2] Der **Stallmist** (mäßig verrotteter Rindviehmist ohne Einstreumittel gewonnen) wurde zunächst zerkleinert und gut durchmischt. Alsdann wurden die zu den Versuchen nöthigen Quantitäten unter vor-

läufiger Annahme eines mittleren Gehaltes von 0,5 % Stickstoff abgewogen und in den Boden gebracht. Zu gleicher Zeit wurden zwei Parallelproben à 1000 g zur Analyse abgewogen, in Porzellanschalen gebracht, mit ca. 100 ccm verdünnter Schwefelsäure besprengt und bei 100° C getrocknet. Die getrocknete Masse wurde durch Stehen an der Luft lufttrocken gemacht, gewogen, gemahlen und 1 g der gemahlenen Substanz zur Stickstoffbestimmung nach der auf Seite 306 u. 301 beschriebenen Methode verwandt.

Beispiel der Berechnung. 1000 g Stallmist ergaben a. 303,2 g und b. 310,0 g, also im Mittel 306,6 g lufttrockene Substanz mit einem Stickstoffgehalt von a. 1,99 % und b. 1,95 %, im Mittel also 1,97 %, mithin enthielt der zur Verwendung gekommene Stallmist $\frac{1{,}97 \cdot 306{,}6}{1000}$ = 0,604 % **Stickstoff.**

[3] Frisch ausgeschlagene Luzerne wurde auf der Häckselmaschine klein geschnitten und eine Mittelprobe von 500 g zur Analyse abgewogen. Der übrige Vorrath wurde gewogen, auf Papier ausgebreitet und bis zur Fertigstellung der Analyse liegen gelassen. Das für die Analyse bestimmte Quantum wurde bei 100° C getrocknet, gewogen, gemahlen und 1 g der gemahlenen Substanz zur Stickstoffbestimmung nach der auf Seite 306 u. 301 beschriebenen Methode verwandt.

Beispiel der Berechnung. 500 g frische Luzerne ergaben 100,6 g lufttrockne Substanz. In dieser wurden 5,02 % Stickstoff nachgewiesen, mithin waren in der aufbewahrten Gesammtmenge, welche 6500 g frische bezw. 1307,8 g lufttrockne Substanz betrug, 65,65 g Stickstoff enthalten. Die 6500 g frische Luzerne wogen am Tage der Verwendung nur noch 4720 g. Demnach enthielt die zur Verwendung gekommene, grüne, etwas gewelkte Pflanzenmasse $\frac{65{,}65 \cdot 100}{4720}$ = 1,39 % **Stickstoff.**

[4] Junger Roggen. Behandlung wie unter 3.
[5] Junges Gras. " " " ".
[6] Junge Luzerne. " " " ".
[7] " " " " " ".

Es sei noch erwähnt, daß sämmtliche Düngemittel mit Ausnahme von Stallmist, grüner Pflanzenmasse und Wollstaub durch ein rundgelochtes Messingsieb von 2 mm Oeffnungen gebracht wurden.

Fünfter Abschnitt.

Tabellarische Zusammenstellung der Versuchsreihen und ihrer Ergebnisse.

Versuchsreihe 1. (1886.)

60 Versuche, ausgeführt in Vegetationsgefäßen von 20 cm Durchmesser und 20 cm Höhe.

Bodenart: steriler Sand Nr. 24a (ungeglüht) b (geglüht).

Versuchspflanzen: Erbsen, Wicken, Gerste, Rübsen, Luzerne.

Datum der Einsaat bei Wicken, Gerste und Rübsen: 24. Juli,
bei Erbsen und Luzerne: 7. August.

Datum der Erntenahme bei Gerste und Rübsen: 26. August,
bei Erbsen und Wicken: 18. Oktober,
bei Luzerne I. Schnitt: 19. Sept., II. Schnitt: 9. Nov.

Die Differenzdüngung wurde während des Verlaufs der Vegetation in Mengen von je 0,25 g Stickstoff in Form von salpetersaurem Natron, gelöst in 0,5 Liter Wasser, gegeben.

Der Stickstoffgehalt des ungeglühten Sandes betrug 0,016 %, woraus sich auf den Inhalt eines Vegetationsgefäßes (6,6 Kilo) 1,056 g Stickstoff berechnen.

Der Stickstoffgehalt des geglühten Sandes betrug 0,0105 %, woraus sich auf den Inhalt eines Vegetationsgefäßes (6,6 Kilo) 0,693 g Stickstoff berechnen.

Ergebnisse der Versuchsreihe 1.

Erbsen, Wicken, Gerste, Rübsen, Luzerne.

	Differenz-Düngung. Stickstoff	Erträge. Erträge der Einzelversuche an oberirdischer Pflanzensubstanz. Trockensubstanz	Erträge. Mittelerträge an Trockensubstanz. Oberirdische Pflanzenmasse	Erträge. Mittelerträge an Trockensubstanz. Wurzeln	Stickstoff in der Erntesubstanz. Stickstoff in je 100 g Trockensubstanz. Oberirdische Pflanzenmasse	Stickstoff in der Erntesubstanz. Stickstoff in je 100 g Trockensubstanz. Wurzeln	Stickstoff in der Erntesubstanz. Stickstoff in der gesammten Ernte	Auf je 100 g in der Düngung gegebenen Stickstoffs sind in der Ernte gewonnen worden Stickstoff	Auf je 100 g oberirdischer Pflanzensubstanz sind an Wurzelmasse geerntet worden	Auf je 100 g in der oberirdischen Pflanzensubstanz geernteten Stickstoffs sind in der Wurzelsubstanz enthalten gewesen Stickstoff
	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
In ungeglühtem Sand ausgeführt. Erbsen	0	29,9 33,8 35,8 32,2	**32,9**	—	3,46	—	—	—	—	—
	0,25	61,5 57,5 62,3 64,8	**61,5**	—	3,80	—	—	—	—	—
	0,5	65,7 55,8 58,9 —	**60,0**	—	3,53	—	—	—	—	—

	Differenz-Düngung. Stickstoff g	Erträge. Erträge der Einzelversuche an oberirdischer Pflanzensubstanz Trockensubstanz g	Mittelerträge an Trockensubstanz: Oberirdische Pflanzenmasse g	Mittelerträge an Trockensubstanz: Wurzeln g	Stickstoff in der Erntesubstanz. Stickstoff in je 100 g Trockensubstanz: Oberirdische Pflanzenmasse g	Stickstoff in je 100 g Trockensubstanz: Wurzeln g	Stickstoff in der gesammten Ernte g	Auf je 100 g in der Düngung gegebenen Stickstoffs sind in der Ernte gewonnen worden Stickstoff g	Auf je 100 g oberirdischer Pflanzensubstanz sind an Wurzelmasse geerntet worden g	Auf je 100 g in der oberirdischen Pflanzensubstanz geernteten Stickstoffs sind in der Wurzelsubstanz enthalten gewesen Stickstoff g
In ungeglühtem Sand ausgeführt. Wicken	0	27,6 36,0 32,4	32,0	8,2	4,17	3,93	1,65	—	26	24
	0,25	54,1 50,3 51,6	52,0	13,1	4,30	4,06	2,77	—	25	24
	0,5	46,3 48,4 49,3	48,0	13,5	4,19	3,69	2,51	—	28	25
Gerste	0	2,6 2,4 2,3	2,4	3,7	1,47	1,26	0,083	—	154	131
	0,25	8,6 7,8 8,3	8,3	7,6	2,51	1,55	0,324	96	92	57
	0,5	13,1 11,5 13,2	12,6	7,6	3,07	2,27	0,558	95	60	44
Rübsen	0	1,4 1,5 1,4	1,4	1,2	1,59	2,14	0,047	—	86	114
	0,25	11,4 11,0 11,5	11,3	2,1	2,01	2,30	0,276	91	19	22
	0,5	18,0 17,9 17,2	17,7	2,8	2,47	2,68	0,513	93	16	17

Differenz-Düngung. Stickstoff g		Erträge. Erträge der Einzelversuche an oberirdischer Pflanzensubstanz Trockensubstanz g	Mittelerträge an Trockensubstanz: Oberirdische Pflanzenmasse g	Mittelerträge an Trockensubstanz: Wurzeln g	Stickstoff in der Erntesubstanz. Stickstoff in je 100 g Trockensubstanz: Oberirdische Pflanzenmasse g	Stickstoff in je 100 g Trockensubstanz: Wurzeln g	Stickstoff in der gesammten Ernte g	Auf je 100 g in der Düngung gegebenen Stickstoffs sind in der Ernte gewonnen worden Stickstoff g	Auf je 100 g oberirdischer Pflanzensubstanz sind an Wurzelmasse geerntet worden g	Auf je 100 g in der oberirdischen Pflanzensubstanz geernteten Stickstoffs sind in der Wurzelsubstanz enthalten gewesen Stickstoff g
In geglühtem Sand ausgeführt. **Erbsen**	0	86,6 91,0 84,7 —	87,4	10,6	3,66	4,79	3,71	—	12	16
	0,25	97,4 90,5 92,1 70,9	87,7	12,1	3,63	4,51	3,73	—	14	17
	0,5	87,2 83,7 82,5 89,5	85,7	11,1	3,69	4,52	3,66	—	13	16
Luzerne (I + II)	0	22,9 17,9 22,7	21,2	12,1	4,29	3,55	1,34	—	57	44
	0,25	23,4 22,7 23,7	23,3	13,4	3,78	3,38	1,33	—	58	51
	0,5	22,7 25,2 28,7	25,5	12,8	3,76	3,56	1,41	—	50	47

Versuchsreihe 2. (1886.)

60 Versuche, ausgeführt in Vegetationsgefäßen von 20 cm Durchmesser und 20 cm Höhe.

Bodenart: stickstoffarmer Sandboden Nr. 15.

Versuchspflanze: Rübsen.

Datum der Einsaat: 28. August.

Datum der Erntenahme: 12. Sept., 20. Sept. und 4. Oktober.

Die Differenzdüngung (Stickstoff in Form von salpeters. Natron und schwefelsaurem Ammoniak) wurde am 4. September gegeben.

Die Erntenahme geschah:

I.	15 Tg. nach der Einsaat,	8 Tg. nach der Düngung.
II.	23 " " " "	16 " " " "
III.	37 " " " "	30 " " " "

Ergebnisse der Versuchsreihe 2. Tabelle 1.
Rübsen.

Ernte	Form	Differenz-Düngung. Stickstoff g	Erträge. Erträge der Einzelversuche an oberirdischer Pflanzensubstanz (Trockensubstanz) g	Erträge. Mittelerträge an Trockensubstanz: Oberirdische Pflanzensubstanz g	Erträge. Mittelerträge an Trockensubstanz: Wurzeln g	Mehrerträge. Im Vergleich zu stickstofffreier Düngung wurde ein Mehrertrag an oberirdischer Pflanzenmasse (Trockensubstanz) erhalten. g	Mehrerträge. Setzt man den bei Salpeterdüngung erhaltenen Mehrertrag an oberirdischer Pflanzenmasse = 100, so hat d. entsprechende Ammoniakdüngung ergeben:
Erste Ernte, 15 Tage nach der Einsaat.		0	2,6 2,4	2,5	1,1	—	—
	Stickstoff in Form von salpeters. Natron.	0,4	4,6 3,9 4,7	4,4	0,7	1,9	100
		0,8	4,2 4,6 4,1	4,3	0,8	1,8	100
		1,2	3,6 4,0 4,4	4,0	0,7	1,5	100
	Stickstoff in Form von schwefels. Ammoniak.	0,4	5,1 4,3 5,1	4,8	0,9	2,3	121
		0,8	4,8 4,4 4,7	4,6	0,7	2,1	117
		1,2	4,3 4,7 4,1	4,4	0,7	1,9	127
Zweite Ernte, 23 Tage nach der Einsaat.		0	2,9 3,0	3,0	1,4	—	—
	Stickstoff in Form von salpeters. Natron	0,4	9,9 11,4 10,9	10,7	2,0	7,7	100
		0,8	11,3 11,9 10,9	11,4	1,9	8,4	100
		1,2	11,3 11,0 11,2	11,2	1,9	8,2	100

Differenz-Düngung.		Stickstoff g	Erträge. Erträge der Einzelversuche an oberirdischer Pflanzensubstanz (Trockensubstanz) g	Erträge. Mittelerträge an Trockensubstanz: Oberirdische Pflanzensubstanz g	Erträge. Mittelerträge an Trockensubstanz: Wurzeln g	Mehrerträge. Im Vergleich zu stickstofffreier Düngung wurde ein Mehrertrag an oberirdischer Pflanzenmasse (Trockensubstanz) erhalten g	Mehrerträge. Setzt man den bei Salpeterdüngung erhaltenen Mehrertrag an oberirdischer Pflanzenmasse = 100, so hat die entsprechende Ammoniakdüngung ergeben:
Zweite Ernte, 23 Tage nach der Einsaat	Stickstoff in Form von schwefelf. Ammoniak	0,4	11,6 10,5 10,7	**10,9**	**2,3**	7,9	103
		0,8	13,6 13,6 13,3	**13,5**	**2,4**	10,5	125
		1,2	12,1 14,0 14,4	**13,5**	**2,1**	10,5	128
Dritte Ernte, 37 Tage nach der Einsaat		0	3,0 3,2	**3,1**	**1,5**	—	—
	Stickstoff in Form von salpeterf. Natron	0,4	18,0 17,4 17,1	**17,5**	**3,4**	14,4	100
		0,8	24,3 25,1 26,9	**25,4**	**4,7**	22,3	100
		1,2	30,9 29,1 30,9	**30,3**	**5,3**	27,2	100
	Stickstoff in Form von schwefelf. Ammoniak	0,4	17,9 17,1 17,7	**17,6**	**3,3**	14,5	101
		0,8	27,8 27,6 26,6	**27,3**	**4,6**	24,2	109
		1,2	32,2 30,8 33,0	**32,0**	**5,5**	28,9	106

Ergebnisse der Versuchsreihe 2. Tabelle 2.

Rübsen.

Ernte	Form der Düngung	Differenz-Düngung. Stickstoff g	Stickstoff in der Erntesubstanz. Stickstoff in je 100 g Trockensubstanz: Oberirdische Erntesubstanz g	Wurzeln g	Stickstoff in der gesammten Ernte g	Weitere Verhältnißzahlen. Auf je 100 g in der Düngung gegebenen Stickstoffs sind in der Ernte zurückgewonnen worden Stickstoff g	Auf je 100 g in der oberirdischen Substanz geernteten Stickstoffs sind in der Wurzelsubstanz enthalten gewesen Stickstoff g	Setzt man den bei Salpeterdüngung erhaltenen Mehrertrag an Stickstoff (Stickstoff im Mehrertrage der oberirdischen und unterirdischen Pflanzensubstanz) = 100, so hat die entspr. Ammoniakdüngung ergeben Stickstoff	Auf je 100 g oberirdischer Pflanzensubstanz sind an Wurzelsubstanz geerntet worden g
Erste Ernte, 15 Tage nach der Einsaat		0	2,75	3,17	0,104	—	51	—	44
	Stickstoff gegeben in Form von salpeters. Natron	0,4	6,70	5,04	0,330	57	12	100	16
		0,8	6,66	5,22	0,328	28	15	100	19
		1,2	6,68	5,21	0,303	17	14	100	18
	Stickstoff gegeben in Form von schwefels. Ammoniak	0,4	6,40	4,78	0,350	62	14	109	19
		0,8	6,99	5,08	0,358	32	11	113	15
		1,2	7,21	5,22	0,354	21	12	126	16
Zweite Ernte, 23 Tage nach der Einsaat		0	2,12	2,83	0,104	—	62	—	47
	Stickstoff gegeben in Form von salpeters. Natron	0,4	3,61	3,49	0,456	88	18	100	19
		0,8	5,77	4,07	0,735	79	12	100	17
		1,2	6,30	4,47	0,791	57	12	100	17
	Stickstoff gegeben in Form von schwefels. Ammoniak	0,4	3,55	3,25	0,462	90	19	102	21
		0,8	4,88	3,96	0,754	81	14	103	18
		1,2	6,30	4,65	0,949	70	11	123	16
Dritte Ernte, 37 Tage nach der Einsaat		0	1,71	2,70	0,094	—	76	—	48
	Stickstoff gegeben in Form von salpeters. Natron	0,4	2,14	2,17	0,449	89	20	100	19
		0,8	2,73	2,93	0,831	92	20	100	19
		1,2	3,36	2,97	1,175	90	15	100	17
	Stickstoff gegeben in Form von schwefels. Ammoniak	0,4	2,02	2,48	0,438	86	23	97	19
		0,8	2,52	2,53	0,804	89	17	96	17
		1,2	3,01	2,62	1,107	84	15	94	17

Versuchsreihe 3a. (1886.)

10 Versuche, ausgeführt auf Bodenparzellen (Durchmesser: 60 cm, seitliche Abgrenzung bis zu 133 cm Tiefe).

Bodenart: kalkhaltiger Lehmboden Nr. 1.

Versuchspflanze: vom 20. April bis 13. August: Hafer,
„ 13. August bis 4. October: Rübsen.

Die Differenzdüngung (Stickstoff in Form von salpetersaurem Natron, schwefelsaurem, kohlensaurem und salpetersaurem Ammoniak) wurde gegeben:

bei Hafer: in 5 Portionen (6. Mai, 9. Juni, 25. Juni, 28. Juni, 5. Juli);
bei Rübsen: in 2 Portionen (26. August, 4. September).

Ergebnisse der Versuchsreihe 3a. Tabelle 1.

Hafer.

Differenz-Düngung. Stickstoff.		Erträge.						Mehrerträge.		
		Erträge der Einzelversuche an Trockensubstanz		Mittel-Erträge an Trockensubstanz		Mittel-Erträge an lufttrockener Substanz		Im Vergleich zu stickstofffreier Düngung wurde an Mehrertrag (lufttrockene Substanz) erhalten		
		Stroh	Körner	Stroh	Körner	Stroh	Körner	Stroh	Körner	Stroh + Körner
	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
	0	194,7 160,1	100,3 80,5	**177,4**	**90,4**	206,3	105,1	—	—	—
Stickstoff gegeben in Form von salpeters. Natron	8,48	370,8 365,8	225,2 234,9	**368,3**	**230,1**	428,3	267,6	222,0	162,5	384,5
Stickstoff gegeben in Form von schwefels. Ammoniak	8,48	336,5 355,5	217,1 239,1	**346,0**	**228,1**	402,3	265,2	196,0	160,1	356,1
Stickstoff gegeben in Form von kohlens. Ammoniak	8,48	350,2 325,7	225,7 243,6	**338,0**	**234,7**	393,0	272,9	186,7	167,8	354,5
Stickstoff gegeben in Form von salpeters. Ammoniak	8,48	352,4 339,4	229,4 240,2	**345,9**	**234,8**	402,2	273,0	195,9	167,9	363,8

Ergebnisse der Versuchsreihe 3a. Tabelle 2.

Hafer.

Differenz-Düngung. Stickstoff g		Stickstoff in der Erntesubstanz. Stickstoff in je 100 g Trockensubstanz: Stroh g	Körner g	Stickstoff in der gesammten Ernte g	Weitere Verhältnißzahlen. Auf je 100 g in der Düngung gegebenen Stickstoffs sind in der Ernte zurückgewonnen worden g	Je 1 g des in der Düngung gegebenen Stickstoffs hat an Mehrertrag erzeugt: Stroh (lufttrocken) g	Körner (lufttrocken) g	Auf je 100 g Stroh sind an Körnern geerntet worden g	Je 1 g des in der Düngung gegebenen Stickstoffs hat an Gesammt-Trockensubstanz producirt g	Setzt man den bei Salpeterdüngung erhaltenen Mehrertrag = 100, so haben die übrigen Stickstoffdüngemittel ergeben	Setzt man die bei Salpeterdüngung erhaltene Mehrernte an Stickstoff (Stickstoff des Mehrertrags) = 100, so haben die übrigen Stickstoffdüngemittel ergeben
	0	0,27	1,63	**1,953**	—	—	—	51	—	—	—
Stickstoff gegeben in Form von salpetersaurem Natron	8,48	0,58	2,49	**7,865**	70	26	19	62	39	100	100
schwefelsaurem Ammoniak	8,48	0,55	2,41	**7,400**	64	23	19	66	36	93	92
kohlensaurem Ammoniak	8,48	0,50	2,39	**7,299**	63	22	20	69	36	92	90
salpetersaurem Ammoniak	8,48	0,52	2,42	**7,481**	65	23	20	68	37	95	94

Ergebnisse der Versuchsreihe 3a. Tabelle 5.

Rübsen als Nachfrucht.

Düngung der Nachfrucht.	Stickstoff g	Ernte an Trockensubstanz: bei den Einzelversuchen g	Ernte an Trockensubstanz: Mittel g	Stickstoff in je 100 g Trockensubstanz g	Stickstoff in der gesammten Ernte g	Mehrertrag gegen ungedüngt: Trockensubstanz g	Mehrertrag gegen ungedüngt: Stickstoff g	Je 1 g des in der Düngung gegebenen Stickstoffs hat an Gesammt-Trockensubstanz producirt g	Setzt man den bei Salpeterdüngung erhaltenen Mehrertrag = 100, so haben die übrigen Stickstoffdüngemittel ergeben	Setzt man die bei Salpeterdüngung erhaltene Mehrernte an Stickstoff (Stickstoff des Mehrertrags) = 100, so haben die übrigen Stickstoffdüngemittel ergeben
	0	50,2 49,5	**49,9**	2,14	**1,068**	—	—	—	—	—
Stickstoff gegeben in Form von salpeters. Natron	3,392	173,2 196,1	**184,7**	1,98	**3,657**	134,8	2,589	40	100	100
Stickstoff gegeben in Form von schwefels. Ammoniak	3,392	155,9 149,5	**152,7**	1,73	**2,642**	102,8	1,574	30	76	61
Stickstoff gegeben in Form von kohlens. Ammoniak	3,392	145,2 134,5	**139,9**	1,64	**2,294**	90,0	1,226	27	67	47
Stickstoff gegeben in Form von salpeters. Ammoniak	3,392	161,0 140,8	**150,9**	1,73	**2,611**	101,0	1,543	30	75	60

Versuchsreihe 3b. (1887.)

10 Versuche, ausgeführt auf den bei Versuchsreihe 3a (1886) benutzten Bodenparzellen.

Versuchspflanze: Vom 13. April bis 30. Juli: Hafer.

„ 3. August „ 29. September: Rübsen.

Die Differenzdüngung (Stickstoff in Form von salpetersaurem Natron, schwefelsaurem, kohlensaurem und salpetersaurem Ammoniak) wurde gegeben:

bei Hafer: in 3 Portionen (7. Mai: 1,696 g, 17. Mai: 1,696 g, 14. Juni: 3,392 g);

bei Rübsen: in 2 Portionen (11. August: 1,696 g, 17. August: 1,696 g).

Ergebnisse der Versuchsreihe 3b. Tabelle 1.

Hafer.

Differenz-Düngung. Stickstoff g	Erträge. Erträge der Einzelversuche an Trockensubstanz: Stroh g	Erträge der Einzelversuche an Trockensubstanz: Körner g	Mittel-Erträge an Trockensubstanz: Stroh g	Mittel-Erträge an Trockensubstanz: Körner g	Mittel-Erträge an lufttrockener Substanz: Stroh g	Mittel-Erträge an lufttrockener Substanz: Körner g	Mehrerträge. Im Vergleich zu stickstofffreier Düngung wurde an Mehrertrag (lufttrockene Substanz) erhalten: Stroh g	Körner g	Stroh + Körner g
0	95,4 97,3	63,6 57,4	**96,4**	**60,5**	112,1	70,3	—	—	—
Stickstoff gegeben in Form von salpeters. Natron 6,784	305,3 322,0	220,2 236,2	**312,7**	**228,2**	363,6	265,4	251,5	195,1	446,6
schwefels. Ammon. 6,784	275,7 288,2	209,8 200,8	**282,0**	**205,3**	327,9	238,7	215,8	168,4	384,2
kohlens. Ammon. 6,784	280,0 280,7	199,4 202,9	**281,4**	**201,2**	327,2	234,0	215,1	163,7	378,8
salpeters. Ammon. 6,784	292,6 267,9	216,8 179,8	**280,3**	**198,3**	325,9	230,6	213,8	160,3	374,1

Ergebnisse der Versuchsreihe 3b. Tabelle 2.

Hafer.

Differenz-Düngung. Stickstoff g	Stickstoff in der Erntesubstanz. Stickstoff in je 100 g Trockensubstanz: Stroh g	Körner g	Stickstoff in der gesammten Ernte. g	Weitere Verhältnißzahlen. Auf je 100 g in der Düngung gegebenen Stickstoffs sind in der Ernte zurückgewonnen worden g	Je 1 g des in der Düngung gegebenen Stickstoffs hat an Mehrertrag erzeugt: Stroh (lufttrocken) g	Körner (lufttrocken) g	Auf je 100 g Stroh sind an Körnern geerntet worden g	Je 1 g des in der Düngung gegebenen Stickstoffs hat an Gesammt-Trockensubstanz producirt g	Setzt man den bei Salpeterdüngung erhaltenen Mehrertrag = 100, so haben die übrigen Stickstoffdüngemittel ergeben	Setzt man die bei Salpeterdüngung erhaltene Mehrernte an Stickstoff (Stickstoff des Mehrertrags) = 100, so haben die übrigen Stickstoffdüngemittel ergeben
0	0,53	1,83	**1,618**	—	—	—	63	—	—	—
Stickstoff gegeben in Form von salpeters. Natron 6,784	0,53	2,03	**6,290**	69	37	29	73	57	100	100
schwefels. Ammon. 6,784	0,53	1,95	**5,498**	57	32	25	73	49	86	83
kohlens. Ammon. 6,784	0,53	1,89	**5,294**	54	32	24	72	48	85	79
salpeters. Ammon. 6,784	0,53	2,05	**5,551**	58	32	24	71	47	84	84

Ergebnisse der Versuchsreihe 3b. Tabelle 3.

Rübsen als Nachfrucht.

Düngung der Nachfrucht.	Stickstoff. g	Ernte an Trockensubstanz: bei den Einzelversuchen g	Ernte an Trockensubstanz: Mittel g	Stickstoff in je 100 g Trockensubstanz g	Stickstoff in der gesammten Ernte g	Mehrertrag gegen ungedüngt: Trockensubstanz g	Mehrertrag gegen ungedüngt: Stickstoff g	Je 1 g des in der Düngung gegebenen Stickstoffs hat an Gesammt-Trockensubstanz producirt g	Setzt man den bei Salpeterdüngung erhaltenen Mehrertrag = 100, so haben die übrigen Stickstoffdüngemittel ergeben	Setzt man die bei Salpeterdüngung erhaltene Mehrernte an Stickstoff (Stickstoff des Mehrertrags) = 100, so haben die übrigen Stickstoffdüngemittel ergeben
	0	51,5 31,9	41,7	1,57	0,655	—	—	—	—	—
Stickstoff gegeben in Form von salpeters. Natron	3,392	119,3 130,0	124,7	2,51	3,130	83,0	2,475	24	100	100
Stickstoff gegeben in Form von schwefels. Ammoniak	3,392	126,3 133,8	130,1	1,96	2,550	88,4	1,895	26	107	77
Stickstoff gegeben in Form von kohlens. Ammoniak	3,392	120,1 111,9	116,0	2,17	2,517	74,3	1,862	22	90	75
Stickstoff gegeben in Form von salpeters. Ammoniak	3,392	134,1 130,8	132,5	2,10	2,783	90,8	2,128	27	109	86

Versuchsreihe 3c. (1888.)

10 Versuche, ausgeführt auf den bei Versuchsreihe 3a (1886) und 3b (1887) benutzten Bodenparzellen.

Versuchspflanze: Vom 17. April bis 10. August: Hafer.

„ 10. August „ 4. October: weißer Senf.

Die Differenzdüngung (Stickstoff in Form von salpetersaurem Natron, schwefelsaurem, kohlensaurem und salpetersaurem Ammoniak) wurde gegeben:

bei Hafer: in 2 Portionen (2. Mai: 3,392 g, 28. Mai: 1,696 g);

bei Senf: in ganzer Menge am 20. August.

Ergebnisse der Versuchsreihe 3c. Tabelle 1.

Hafer.

Differenz-Düngung. Stickstoff		Erträge. Erträge der Einzelversuche an Trockensubstanz		Erträge. Mittel-Erträge an Trockensubstanz		Erträge. Mittel-Erträge an lufttrockener Substanz		Mehrerträge. Im Vergleich zu stickstofffreier Düngung wurde an Mehrertrag (lufttrockene Substanz) erhalten		
		Stroh	Körner	Stroh	Körner	Stroh	Körner	Stroh	Körner	Stroh + Körner
	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
	0	69,9 65,4	31,6 28,5	**67,7**	**30,1**	78,7	35,0	—	—	—
Stickstoff gegeben in Form von salpeters. Natron	5,088	216,8 241,1	174,1 204,3	**229,0**	**189,2**	266,3	220,0	187,6	185,0	372,6
Stickstoff gegeben in Form von schwefels. Ammoniak	5,088	212,1 221,9	139,7 178,6	**217,0**	**159,2**	252,3	185,1	173,6	150,1	323,7
Stickstoff gegeben in Form von kohlens. Ammoniak	5,088	217,4 210,3	170,1 171,6	**213,9**	**170,9**	248,7	198,7	170,0	163,7	333,7
Stickstoff gegeben in Form von salpeters. Ammoniak	5,088	203,4 221,6	176,1 179,6	**212,5**	**177,9**	247,1	206,9	168,4	171,9	340,3

Ergebnisse der Versuchsreihe 3c. Tabelle 2.

Hafer.

Differenz-Düngung. Stickstoff		Stickstoff in der Erntesubstanz. Stickstoff in je 100 g Trockensubstanz		Stickstoff in der gesammten Ernte	Weitere Verhältnißzahlen. Auf je 100 g in der Düngung gegebenen Stickstoffs sind in der Ernte zurückgewonnen worden	Je 1 g des in der Düngung gegebenen Stickstoffs hat an Mehrertrag erzeugt		Auf je 100 g Stroh sind an Körnern geerntet worden	Je 1 g des in der Düngung gegebenen Stickstoffs hat an Gesammt-Trockensubstanz producirt	Setzt man den bei Salpeterdüngung erhaltenen Mehrertrag = 100, so haben die übr. Stickstoffdüngemittel ergeben	Setzt man die bei Salpeterdüngung erhaltene Mehrernte an Stickstoff (Stickstoff des Mehrertrags) = 100, so haben die übrigen Stickstoffdüngemittel ergeben
		Stroh	Körner			Stroh (lufttrocken)	Körner (lufttrocken)				
	g	g	g	g	g	g	g	g	g		
	0	0,66	1,77	**0,980**	—	—	—	44	—	—	—
Stickstoff gegeben in Form von salpeters. Natron	5,088	0,62	1,81	**4,844**	76	37	36	83	63	100	100
Stickstoff gegeben in Form von schwefels. Ammoniak	5,088	0,62	1,62	**3,924**	58	34	30	73	55	87	76
Stickstoff gegeben in Form von kohlens. Ammoniak	5,088	0,67	1,67	**4,287**	65	33	32	80	56	90	86
Stickstoff gegeben in Form von salpeters. Ammoniak	5,088	0,59	1,76	**4,385**	67	33	34	84	58	91	88

Ergebnisse der Versuchsreihe 3 c. Tabelle 3.

Weißer Senf als Nachfrucht.

Düngung der Nachfrucht.	Stickstoff g	Ernte an Trockensubstanz: bei den Einzelversuchen g	Ernte an Trockensubstanz: Mittel g	Stickstoff in je 100 g Trockensubstanz g	Stickstoff in der gesammten Ernte g	Mehrertrag gegen ungedüngt: Trockensubstanz g	Mehrertrag gegen ungedüngt: Stickstoff g	Je 1 g des in der Düngung gegebenen Stickstoffs hat an Gesammt-Trockensubstanz producirt g	Setzt man den bei Salpeterdüngung erhaltenen Mehrertrag = 100, so haben die übrigen Stickstoffdüngemittel ergeben	Setzt man die bei Salpeterdüngung erhaltene Mehrernte an Stickstoff (Stickstoff des Mehrertrags) = 100, so haben die übrigen Stickstoffdüngemittel ergeben
	0	15,3 14,7	**15,0**	2,52	**0,378**	—	—	—	—	—
Stickstoff gegeben in Form von salpeters. Natron	3,392	104,6 95,1	**99,9**	2,65	**2,647**	84,9	2,269	25	100	100
schwefels. Ammoniak	3,392	95,3 112,6	**104,0**	2,23	**2,319**	89,0	1,941	26	105	86
kohlens. Ammoniak	3,392	102,6 95,8	**99,2**	2,40	**2,381**	84,2	2,003	25	99	88
salpeters. Ammoniak	3,392	112,7 102,0	**107,4**	2,45	**2,631**	92,4	2,253	27	109	99

Versuchsreihe 4a. (1885/86.)

10 Versuche, ausgeführt auf Bodenparzellen (Durchmesser 60 cm, seitliche Abgrenzung bis zu 133 cm Tiefe).

Bodenart: Kalkreicher Sandboden Nr. 13.

Versuchspflanzen: { Wicken, Erbsen und Hafer zur Gründüngung.
Sommerroggen als abzuerntende Hauptfrucht.

Datum der Einsaat:	Datum der Erntenahme:
Wicken, Erbsen, Hafer: 7. August 1885.	Ende October 1885.
Sommerroggen: 11. April 1886.	22. Juli 1886.

Diese Versuchsreihe wurde mehrere Jahre lang fortgesetzt. Jedes Jahr wurde eine Hauptfrucht gebaut, nach deren Aberntung eine Einsaat von Gründüngungspflanzen erfolgte. Diese Gründüngungspflanzen wurden dann im Spätherbst geschnitten und als Stickstoffdünger für die nächstjährige Hauptfrucht nebst einem Ersatz der durch die Hauptfrucht entzogenen Mengen von Kali und Phosphorsäure untergebracht.

Um den Stickstoffgehalt der Grünsubstanz feststellen zu können, wurden Mittelproben von je 50 g der frischen Pflanzensubstanz getrocknet, gemahlen, zur Analyse benutzt und nach beendeter Untersuchung der Düngung nachgefügt. Die bei der Analyse verbrauchten geringen Mengen von Trockensubstanz wurden durch entsprechende Quantitäten anderweit geernteter Pflanzensubstanz von bekanntem Stickstoffgehalt ersetzt, so daß überall die gesammte Menge des durch die Gründüngungspflanzen geernteten Stickstoffs in den Boden zurück gelangte.

Ergebnisse der Versuchsreihe 4a. Tabelle 1.

Sommerroggen.

Differenz-Düngung. Stickstoff in Form von Gründüngung	Erträge. Erträge der Einzelversuche an Trockensubstanz		Mittel-Erträge an Trockensubstanz		Mittel-Erträge an lufttrockener Substanz		Mehrerträge. Im Vergleich zu Hafer-Gründüngung wurde an Mehrertrag (lufttrockene Substanz) erhalten		
	Stroh g	Körner g	Stroh g	Körner g	Stroh g	Körner g	Stroh g	Körner g	Stroh + Körner g
5,87 g Stickstoff enthalten i. 1086 g grüner Wickensubstanz	347,6 324,8 304,3	154,2 132,1 120,8	**325,6**	**135,7**	378,6	157,8	238,8	100,6	339,4
8,03 g Stickstoff enthalten i. 1711 g grüner Erbsensubstanz	342,7 338,5 346,5	147,5 148,5 148,9	**342,6**	**148,3**	398,4	172,4	258,6	115,2	373,8
0,75 g Stickstoff enthalten in 205 g grüner Hafersubstanz	123,6 97,0 133,2 127,1	49,6 44,2 53,1 50,0	**120,2**	**49,2**	139,8	57,2	—	—	—

Ergebnisse der Versuchsreihe 4a. Tabelle 2.

Sommerroggen.

Differenz-Düngung. Stickstoff in Form von Gründüngung	Stickstoff in der Erntesubstanz.			Weitere Verhältnißzahlen.				
	Stickstoff in je 100 g Trockensubstanz		Stickstoff in der gesammten Ernte	Auf je 100 g in der Wicken- und Erbsen-Gründüngung gegebenen Stickstoffs sind in der Ernte zurückgewonnen worden	Je 1 g des durch Wicken- und Erbsen-Gründüngung gegebenen Stickstoffs hat an Mehrertrag erzeugt		Auf je 100 g Stroh sind an Körnern geerntet worden	Das Gewicht je eines Samenkornes (auf Trockensubstanz berechnet) betrug in
	Stroh	Körner			Stroh (lufttrocken)	Körner (lufttrocken)		
	g	g	g	g	g	g	g	mg
5,87 g Stickstoff enthalten in 1086 g grüner Wickensubstanz	0,47	2,05	**4,312**	57	47	20	42	21
8,03 g Stickstoff enthalten in 1711 g grüner Erbsensubstanz	0,52	2,11	**4,911**	48	36	16	43	21
0,75 g Stickstoff enthalten in 205 g grüner Hafersubstanz	0,35	1,97	**1,390**	—	—	—	41	20

Versuchsreihe 4b. (1886/87).

10 Versuche, ausgeführt auf den zu Versuchsreihe 4a benutzten Bodenparzellen.

Versuchspflanzen: { Wicken, Erbsen, Senf und Buchweizen zur Gründüngung. Weißer Senf als abzuerntende Hauptfrucht.

	Datum der Einsaat:	Datum der Erntenahme:
Wicken, Erbsen, Senf und Buchweizen:	22. Juli 1886.	Ende October 1886.
Weißer Senf (Hauptfrucht):	11. Mai 1887.	18. Juli 1887.

Der weiße Senf (Hauptfrucht) wurde nach vollendeter Blüthe in nicht ausgereiftem Zustande geerntet.

Ergebnisse der Versuchsreihe 4b.

Weißer Senf.

Differenz-Düngung. Stickstoff in Form von Gründüngung	Erträge der Einzelversuche an Trockensubstanz g	Mittel-Erträge an Trockensubstanz g	Mehrerträge gegen Senf- und Buchweizengründüngung g	Stickstoff in je 100 g Trockensubstanz g	Stickstoff in der gesammten Ernte g	Je 1 g des in der Wicken- und Erbsengründüngung gegebenen Stickstoffs hat an Trockensubstanz producirt g	Auf je 100 g in der Wicken- und Erbsengründüngung gegebenen Stickstoffs sind in der Ernte zurückgewonnen worden g
14,71 g Stickstoff enthalten in 2456 g grüner Wickensubstanz	259,8 251,8 253,2	**254,9**	166,7	1,69	**4,308**	13	23
9,37 g Stickstoff enthalten in 2025 g grüner Erbsensubstanz	231,3 218,4 216,1	**221,9**	133,7	1,39	**3,084**	18	23
1,85 g Stickstoff enthalten in 333 g grüner Senf- und Buchweizensubstanz	87,6 84,6 87,3 93,2	**88,2**	—	1,53	**1,350**	—	—

Versuchsreihe 4c. (1887/88.)

10 Versuche, ausgeführt auf den zur Versuchsreihe 4a und 4b benutzten Bodenparzellen.

Versuchspflanzen: { Erbsen, Wicken, Senf zur Gründüngung.
Hafer als abzuerntende Hauptfrucht.

Datum der Einsaat:	Datum der Erntenahme:
Erbsen, Wicken, Senf: 19. Juli 1887.	24. October 1887.
Hafer: 17. April 1888.	8. August 1888.

Ergebnisse der Versuchsreihe 4c. Tabelle 1.

Hafer.

Differenz-Düngung. Stickstoff in Form von Gründüngung	Erträge. Erträge der Einzelversuche an Trockensubstanz: Stroh g	Körner g	Mittel-Erträge an Trockensubstanz: Stroh g	Körner g	Mittel-Erträge an lufttrockener Substanz: Stroh g	Körner g	Mehrerträge. Im Vergleich zu Senf-Gründüngung wurde an Mehrertrag (lufttrockene Substanz) erhalten: Stroh g	Körner g	Stroh + Körner g
18,10 g Stickstoff enthalten in 2612 g grüner Erbsensubstanz	232,5 233,3 230,3	203,1 190,7 191,6	**232,0**	**195,1**	269,8	226,9	161,5	160,9	322,4
10,27 g Stickstoff enthalten in 1595 g grüner Wickensubstanz	190,8 203,4 183,9	135,1 141,7 127,9	**192,7**	**134,9**	224,1	156,9	115,8	90,9	206,7
1,60 g Stickstoff enthalten in 226 g grüner Senfsubstanz	92,2 90,2 96,9 92,9	50,4 52,3 62,4 62,0	**93,1**	**56,8**	108,3	66,0	—	—	—

Ergebnisse der Versuchsreihe 4c. Tabelle 2.

Hafer.

Differenz-Düngung. Stickstoff in Form von Gründüngung	Stickstoff in der Erntesubstanz. Stickstoff in je 100 g Trockensubstanz: Stroh g	Körner g	Stickstoff in der gesammten Ernte g	Weitere Verhältnißzahlen. Auf je 100 g in der Erbsen- und Wicken-Gründüngung gegebenen Stickstoffs sind in der Ernte zurückgewonnen worden g	Je 1 g des in der Erbsen- und Wicken-Gründüngung gegebenen Stickstoffs hat an Mehrertrag erzeugt: Stroh (lufttrocken) g	Körner (lufttrocken) g	Auf je 100 g Stroh sind an Körnern geerntet worden g
18,10 g Stickstoff enthalten in 2612 g grüner Erbsensubstanz	0,54	1,83	**4,823**	21	10	10	84
10,27 g Stickstoff enthalten in 1595 g grüner Wickensubstanz	0,54	1,66	**3,280**	21	13	10	70
1,60 g Stickstoff enthalten in 226 g grüner Senfsubstanz	0,54	1,62	**1,423**	—	—	—	61

Versuchsreihe 4d. (1888/89.)

10 Versuche, ausgeführt auf den zu Versuchsreihe 4a, 4b und 4c benutzten Bodenparzellen.

Versuchspflanzen: { Wicken, Erbsen, Buchweizen zur Gründüngung. Hafer als abzuerntende Hauptfrucht.

Datum der Einsaat:
Wicken, Erbsen, Buchweizen: 8. August 1888.
Hafer: 12. April 1889.

Datum der Erntenahme:
Buchweizen: 4. October, Wicken und Erbsen: 20. October 1888.
Hafer: 25. Juli 1889.

Ergebnisse der Versuchsreihe 4d. Tabelle 1.

Hafer.

Differenz-Düngung. Stickstoff in Form von Gründüngung	Erträge. Erträge der Einzelversuche an Trockensubstanz: Stroh g	Körner g	Mittel-Erträge an Trockensubstanz: Stroh g	Körner g	Mittel-Erträge an lufttrockener Substanz: Stroh g	Körner g	Mehrerträge. Im Vergleich zu Buchweizen-Gründüngung wurde an Mehrertrag (lufttrockene Substanz) erhalten: Stroh g	Körner g	Stroh + Körner g
6,12 g Stickstoff enthalten i. 994 g grüner Wickensubstanz	254,6	241,9							
	272,4	235,9	**257,6**	**236,7**	299,5	275,2	227,6	246,0	473,6
	245,9	232,3							
6,04 g Stickstoff enthalten i. 1319 g grüner Erbsensubstanz	235,9	188,8							
	247,9	224,9	**244,0**	**209,4**	283,7	243,5	211,8	214,3	426,1
	248,3	214,6							
0,40 g Stickstoff enthalten i. 109 g grüner Buchweizensubstanz	69,7	35,8							
	60,4	20,7							
	62,7	28,5	**61,8**	**25,1**	71,9	29,2	—	—	—
	54,2	15,5							

Ergebnisse der Versuchsreihe 4d. Tabelle 2.

Hafer.

Differenz-Düngung. Stickstoff in Form von Gründüngung	Stickstoff in der Erntesubstanz: Stickstoff in je 100 g Trockensubstanz: Stroh	Körner	Stickstoff in der gesammten Ernte	Weitere Verhältnißzahlen: Auf je 100 g in der Erbsen- und Wicken-Gründüngung gegebenen Stickstoffs sind in der Ernte zurückgewonnen worden	Je 1 g des in der Wicken- und Erbsen-Gründüngung gegebenen Stickstoffs hat an Mehrertrag erzeugt: Stroh (lufttrocken)	Körner (lufttrocken)	Auf je 100 g Stroh sind an Körnern geerntet worden	Das Gewicht je eines Samenkornes (auf Trockensubstanz berechnet) betrug in
	g	g	g	g	g	g	g	mg
6,12 g Stickstoff enthalten in 994 g grüner Wickensubstanz	0,46	1,84	**5,540**	82	40	43	92	31
6,04 g Stickstoff enthalten in 1319 g grüner Erbsensubstanz	0,46	1,73	**4,745**	69	38	38	86	31
0,40 g Stickstoff enthalten in 109 g grüner Buchweizensubstanz	0,62	1,87	**0,853**	—	—	—	41	26

Versuchsreihe 4e. (1890/91.)

10 Versuche, ausgeführt auf den zu den Versuchsreihen 4a bis 4d benutzten Bodenparzellen.

Versuchspflanzen: Erbsen, Wicken, weißer Senf zur Gründüngung. Sommerweizen als abzuerntende Hauptfrucht.

Datum der Einsaat: Erbsen, Wicken, weißer Senf: 25. Juli 1889. Sommerweizen: 16. April 1890.

Datum der Erntenahme: weißer Senf: 17. September, Erbsen und Wicken: 15. October 1889. Sommerweizen: 15. August 1890.

Ergebnisse der Versuchsreihe 4e. Tabelle 1.
Sommerweizen.

Differenz-Düngung. Stickstoff in Form von Gründüngung	Erträge. Erträge der Einzelversuche an Trockensubstanz: Stroh g	Körner g	Mittel-Erträge an Trockensubstanz: Stroh g	Körner g	Mittel-Erträge an lufttrockener Substanz: Stroh g	Körner g	Mehrerträge. Im Vergleich zu Senf-Gründüngung wurde an Mehrertrag (lufttrockene Substanz) erhalten: Stroh g	Körner g	Stroh + Körner g
12,25 g Stickstoff enthalten in 2888 g grüner Erbsensubstanz	244,0 233,3 265,5	111,4 100,0 109,8	**247,6**	**107,1**	287,9	124,5	203,4	80,5	283,9
8,36 g Stickstoff enthalten in 1639 g grüner Wickensubstanz	203,9 213,5 223,2	87,3 91,2 94,0	**213,5**	**90,8**	248,3	105,6	163,8	61,6	225,4
0,43 g Stickstoff enthalten in 95 g grüner Senfsubstanz	76,6 70,2 76,3 67,8	39,5 37,6 40,6 33,4	**72,7**	**37,8**	84,5	44,0	—	—	—

Ergebnisse der Versuchsreihe 4e. Tabelle 2.
Sommerweizen.

Differenz-Düngung. Stickstoff in Form von Gründüngung	Stickstoff in der Erntesubstanz. Stickstoff in je 100 g Trockensubstanz: Stroh g	Körner g	Stickstoff in der gesammten Ernte g	Weitere Verhältnißzahlen. Auf je 100 g i. d. Erbsen- und Wicken-Gründüngung gegebenen Stickstoffs sind in der Ernte zurückgewonnen worden g	Je 1 g des in der Erbsen- und Wicken-Gründüngung gegebenen Stickstoffs hat an Mehrertrag erzeugt: Stroh (lufttrocken) g	Körner (lufttrocken) g	Auf je 100 g Stroh sind an Körnern geerntet worden g	Das Gewicht je eines Samenkornes (auf Trockensubstanz berechnet) betrug in mg
12,25 g Stickstoff enthalten in 2888 g grüner Erbsensubstanz	0,38	2,43	**3,543**	21	17	7	43	27
8,36 g Stickstoff enthalten in 1639 g grüner Wickensubstanz	0,31	2,18	**2,641**	19	21	8	43	27
0,43 g Stickstoff enthalten in 95 g grüner Senfsubstanz	0,37	2,24	**1,116**	—	—	—	52	25

Versuchsreihe 4f. (1890/91.)

10 Versuche, ausgeführt auf den zu den Versuchsreihen 4a bis 4e benutzten Bodenparzellen.

Versuchspflanzen: { Wicken, Erbsen, Buchweizen zur Gründüngung. Möhren als abzuerntende Hauptfrucht.

Datum der Einsaat: Wicken, Erbsen, Buchweizen: 15. August 1890. Möhren: 13. April 1891.

Datum der Erntenahme: Buchweizen: 13. October, Wicken und Erbsen: 22. October 1890. Möhren: 25. August 1891.

Ergebnisse der Versuchsreihe 4f. Tabelle 1.

Möhren.

Differenz-Düngung. Stickstoff in Form von Gründüngung	Erträge.						Mehrerträge.			Die frisch geernteten Möhren enthielten an Trockensubstanz
	Erträge der Einzelversuche an Trockensubstanz		Mittel-Erträge an Trockensubstanz		Mittel-Erträge an frischer Substanz		Im Vergleich zu Buchweizen-Gründüngung wurde an Mehrertrag (frischer Substanz) erhalten			
	Kraut g	Möhren g	Kraut g	Möhren g	Kraut g	Möhren g	Kraut g	Möhren g	Kraut + Möhren g	%
6,45 g Stickstoff enthalten in 1224 g grüner Wickensubstanz	229,7 221,9 222,3	379,7 400,7 374,6	**224,6**	**385,0**	1248	2567	944	1768	2712	16,3
7,80 g Stickstoff enthalten in 1920 g grüner Erbsensubstanz	188,6 176,8 194,0	393,0 418,4 413,8	**186,5**	**408,4**	1036	2723	732	1924	2656	16,3
0,82 g Stickstoff enthalten in 199 g grüner Buchweizensubstanz	54,2 56,5 55,0 53,6	118,7 115,9 130,6 113,9	**54,8**	**119,8**	304	799	—	—	—	16,5

Ergebnisse der Versuchsreihe 4f. Tabelle 2.

Möhren.

Differenz-Düngung. Stickstoff in Form von Gründüngung	Stickstoff in der Erntesubstanz.			Weitere Verhältnißzahlen.			
	Stickstoff in je 100 g Trockensubstanz		Stickstoff in der gesammten Ernte	Auf je 100 g in der Wicken- und Erbsen-Gründüngung gegebenen Stickstoffs sind in der Ernte zurückgewonnen worden	Je 1 g des in der Wicken- u. Erbsen-Gründüngung gegebenen Stickstoffs hat an Mehrertrag erzeugt		Auf je 100 g Kraut sind an Möhren geerntet worden
	Kraut	Möhren			Kraut (frisch)	Möhren (frisch)	
	g	g	g	g	g	g	g
6,45 g Stickstoff enthalten in 1224 g grüner Wicken-substanz.	1,40	0,72	**5,916**	81	168	314	171
7,80 g Stickstoff enthalten in 1920 g grüner Erbsen-substanz	1,32	0,62	**4,994**	52	105	276	219
0,82 g Stickstoff enthalten in 199 g grüner Buchweizen-substanz	1,25	0,57	**1,368**	—	—	—	219

Versuchsreihe 6. (1887.)

24 Versuche, ausgeführt auf Bodenparzellen (Durchmesser 100 cm, seitliche Abgrenzung bis zur Tiefe von 133 cm).

Bodenart: Lehmboden Nr. 33.

Versuchspflanzen: Hafer, Kartoffeln, Zuckerrüben.

Datum der Einsaat: Hafer 3. Mai. Kartoffeln 23. April. Zuckerrüben 27. April.

Datum der Erntenahme: Hafer 5. August. Kartoffeln und Zuckerrüben 3. October.

Die Differenzdüngung (Stickstoff in Form von salpetersaurem Ammoniak) wurde beim Hafer in 6 Portionen (am 17. Mai, 2. Juni, 14. Juni, 18. Juni, 22. Juni, 24. Juni), bei den Kartoffeln und Zuckerrüben in 4 Portionen (2. Juni, 14. Juni, 17. Juni, 19. Juni) gegeben.

Ergebnisse der Versuchsreihe 6. Tabelle 1.
Hafer, Kartoffeln, Zuckerrüben.

	Differenz-Düngung. Stickstoff	Erträge. Erträge der Einzelversuche an Trockensubstanz		Mittel-Erträge an Trockensubstanz		Mittel-Erträge an lufttrockener Substanz		Mehrerträge. Im Vergleich zu stickstofffreier Düngung wurde an Mehrertrag (lufttrockene Substanz) erhalten		
		Stroh	Körner	Stroh	Körner	Stroh	Körner	Stroh	Körner	Stroh + Körner
	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
Hafer	0	157,1 179,1	99,1 99,9	168,1	99,5	195,5	115,7	—	—	—
Hafer	14,1	477,1 494,6	292,7 317,7	485,9	305,2	565,0	354,9	369,5	239,2	608,7
Hafer	28,3	553,0 524,7	284,3 266,3	538,8	275,3	626,5	320,1	431,0	204,4	635,4
		Kraut	Kartoffeln	Kraut	Kartoffeln	Kraut	Kartoffeln (frische Substanz)	Kraut	Kartoffeln	Kraut + Kartoffeln
Kartoffeln	0	141,7 148,3 147,9	258,2 271,6 274,7	146,0	268,2	635	1073	—	—	—
Kartoffeln	9,4	220,1 221,8 244,5	484,4 493,5 486,0	228,8	488,0	995	1952	360	879	1239
Kartoffeln	18,8	361,2 277,7 346,7	535,5 470,6 497,3	328,5	501,1	1428	2004	793	931	1724
			Rüben		Rüben		Rüben		Rüben	Kraut + Rüben
Zuckerrüben	0	208,2 149,1 144,9	546,5 499,8 496,8	167,4	514,4	1674	2858	—	—	—
Zuckerrüben	9,4	197,0 288,1 287,7	689,7 708,4 844,2	257,6	737,4	2576	4097	902	1239	2141
Zuckerrüben	18,8	385,7 441,1 426,0	1062,7 1022,7 1025,9	417,6	1037,1	4176	5762	2502	2904	5406
		Die frisch geernteten Kartoffeln und Rüben enthielten an Trockensubstanz:								
		Kartoffeln %	Rüben %							
	0	20,1	18,5	—	—	—	—	—	—	—
	9,4	20,8	17,4	—	—	—	—	—	—	—
	18,8	19,5	17,3	—	—	—	—	—	—	—

Ergebnisse der Versuchsreihe 6. Tabelle 2.
Hafer, Kartoffeln, Zuckerrüben.

	Differenz-Düngung. Stickstoff	Stickstoff in der Erntesubstanz. Stickstoff in je 100 g Trockensubstanz: Stroh	Körner	Stickstoff in der gesammten Ernte	Weitere Verhältnißzahlen. Auf je 100 g in der Düngung gegebenen Stickstoffs sind in der Ernte zurückgewonnen worden	Je 1 g des in der Düngung gegebenen Stickstoffs hat an Mehrertrag erzeugt: Stroh (lufttrocken)	Körner (lufttrocken)	Auf je 100 g Stroh sind an Körnern geerntet worden	Je 1 g des in der Düngung gegebenen Stickstoffs hat an Gesammt-Trockensubstanz producirt
	g	g	g	g	g	g	g	g	g
Hafer	0	0,65	1,76	**2,844**	—	—	—	59	—
	14,1	0,62	2,30	**10,033**	51	26	17	63	37
	28,3	1,19	2,79	**14,091**	40	15	7	51	19
		Kraut	Kartoffeln			Kraut	Kartoffeln	Kartoffeln	
						frische Substanz			
Kartoffeln	0	1,37	1,42	**3,891**	—	—	—	169	—
	9,4	1,60	1,47	**7,102**	34,2	—	94	196	32
	18,8	2,42	1,97	**13,025**	48,6	—	50	140	22
		Kraut	Rüben			Kraut	Rüben	Rüben	
						frische Substanz			
Zuckerrüben	0	2,31	0,66	**7,262**	—	—	—	171	—
	9,4	2,21	1,03	**13,314**	64,4	—	132	159	33
	18,8	2,23	1,07	**20,409**	69,9	—	154	138	41

Versuchsreihe 7. (1887.)

108 Versuche, ausgeführt auf Bodenparzellen (Durchmesser 60 cm, seitl che Ab grenzung bis zu 133 cm Tiefe.)

Bodenart: Lehmboden Nr. 33.

Versuchspflanzen: Roggen, Weizen, Gerste, Hafer, Rübsen, Senf, Lein, Tabak Möhren.

Datum der Einsaat:	Datum der Erntenahme:
Roggen 21. April	29. Juli
Gerste 21. „	1. August
Rübsen 21. „	7. Juli
Lein 21. „	25. Juli
Senf 21. „	27. „
Möhren 21. „	30. September
Weizen 2. Mai	5. August
Hafer 2. „	5. „
Tabak gepflanzt 18. Juni	9. September.

Die Differenzdüngung (Stickstoff in Form von salpetersaurem Ammoniak) wurde gegeben

bei Roggen	in 3 Portionen	(5. Mai, 28. Mai, 10. Juni)
„ Gerste	„ 4 „	(5. „ 28. „ 16. „ 23. Juni)
„ Rübsen	„ 4 „	(5. „ 28. „ 2. „ 10. „)
„ Lein	„ 3 „	(5. „ 28. „ 16. „ —)
„ Senf	„ 4 „	(5. „ 28. „ 2. „ 10. „)
„ Möhren	„ 3 „	(2. Juni, 16. Juni, 27. Juni)
„ Weizen und Hafer	„ 4 „	(17. Mai, 10. Juni, 16. Juni, 23. Juni)
„ Tabak	„ 2 „	(23. Juni, 19. Juli).

Ergebnisse der Versuchsreihe 7. Tabelle I.

Roggen, Weizen, Gerste, Hafer, Rübsen, Senf, Lein, Tabak, Möhren.

	Differenz-Düngung. Stickstoff	Erträge. Erträge der Einzel-Versuche an Trockensubstanz		Mittel-Erträge an Trockensubstanz		Mittel-Erträge an lufttrockener Substanz		Mehrerträge. Im Vergleich zu stickstofffreier Düngung wurde an Mehrertrag (lufttrockene Substanz) erhalten		
		Stroh	Körner	Stroh	Körner	Stroh	Körner	Stroh	Körner	Stroh + Körner
	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
Roggen	0	149,2 143,7 126,1	66,6 69,6 57,6	**139,7**	**64,6**	162,4	75,1	—	—	—
	3,39	262,0 262,3 280,4	124,9 131,9 129,8	**268,2**	**128,9**	311,9	149,9	149,5	74,8	224,3
	5,09	296,7 309,7 275,9	147,6 158,3 161,0	**294,1**	**155,6**	342,0	180,9	179,6	105,8	285,4
	6,78	303,8 324,2 313,7	168,7 179,3 166,7	**313,9**	**171,6**	365,0	199,5	202,6	124,4	327,0
Weizen	0	91,7 94,1 86,3	47,1 51,4 48,7	**90,7**	**49,1**	105,5	57,1	—	—	—
	5,09	240,3 217,3 233,0	126,3 126,3 153,7	**230,2**	**135,4**	267,7	157,4	162,2	100,3	262,5
	7,63	253,2 241,7 261,1	147,0 145,7 159,8	**252,0**	**150,8**	293,0	175,4	187,5	118,3	305,8
	10,18	260,7 266,6 243,9	149,0 153,1 165,2	**257,1**	**155,8**	299,0	181,2	193,5	124,1	317,6

	Differenz-Düngung. Stickstoff	Erträge. Erträge der Einzelversuche an Trockensubstanz		Mittel-Erträge an Trockensubstanz		Mittel-Erträge an lufttrockener Substanz		Mehrerträge. Im Vergleich zu stickstofffreier Düngung wurde an Mehrertrag (lufttrockene Substanz) erhalten		
		Stroh	Körner	Stroh	Körner	Stroh	Körner	Stroh	Körner	Stroh + Körner
	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
Gerste	0	63,6 61,3 68,5	42,6 45,3 47,4	**64,5**	**45,1**	75,0	52,4	—	—	—
	5,09	184,6 167,4 179,6	161,6 136,8 151,1	**177,2**	**149,9**	206,0	174,3	131,0	121,9	252,9
	7,63	221,2 209,4 228,9	186,0 177,0 196,9	**219,8**	**186,6**	255,6	217,0	180,6	164,6	345,2
	10,18	233,4 242,1 242,9	188,4 195,5 199,5	**239,5**	**194,4**	278,5	226,0	203,5	173,6	377,1
Hafer	0	— 37,2 34,2	— 17,3 13,9	**35,7**	**15,6**	41,5	18,1	—	—	—
	5,09	193,8 193,5 198,3	142,4 135,7 140,0	**195,2**	**139,3**	227,0	162,0	185,5	143,9	329,4
	7,63	233,2 225,0 207,1	156,1 153,5 147,5	**221,8**	**152,4**	257,9	177,2	216,4	159,1	375,5
	10,18	218,3 231,8 225,6	155,6 148,6 147,0	**225,2**	**150,4**	261,9	174,9	220,4	156,8	377,2
Rübsen	0	24,2 26,4 23,0	3,9 4,4 3,1	**24,5**	**3,8**	29,2	4,3	—	—	—
	3,39	74,4 91,5 83,7	15,6 20,2 16,8	**83,2**	**17,5**	99,0	19,9	69,8	15,6	85,4
	5,09	117,3 117,8 117,5	20,4 23,3 18,8	**117,5**	**20,8**	139,9	23,6	110,7	19,3	130,0
	6,78	140,0 129,2 149,3	19,7 18,2 22,8	**139,5**	**20,2**	166,1	23,0	136,9	18,7	155,6

	Differenz-Düngung. Stickstoff	Erträge. Erträge der Einzelversuche an Trockensubstanz		Mittel-Erträge an Trockensubstanz		Mittel-Erträge an lufttrockener Substanz		Mehrerträge. Im Vergleich zu stickstofffreier Düngung wurde an Mehrertrag (lufttrockene Substanz) erhalten		
		Stroh	Körner	Stroh	Körner	Stroh	Körner	Stroh	Körner	Stroh + Körner
	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
Senf	0	50,5 50,9 56,6	16,1 16,5 18,2	**52,7**	**17,0**	62,7	19,3	—	—	—
Senf	3,39	156,3 165,5 146,4	45,3 51,0 45,9	**156,1**	**47,4**	185,8	53,9	123,1	34,6	157,7
Senf	5,09	184,6 196,9 195,3	56,8 62,7 63,6	**192,3**	**61,0**	228,9	69,3	166,2	50,0	216,2
Senf	6,78	210,1 214,0 211,4	61,6 60,4 66,0	**211,8**	**62,7**	252,1	71,3	189,4	52,0	241,4
Lein	0	62,6 68,8 75,6	14,3 15,8 19,0	**69,0**	**16,5**	78,4	18,8	—	—	—
Lein	2,54	154,5 165,2 173,2	43,5 47,5 48,4	**164,3**	**46,5**	186,7	52,8	108,3	34,0	142,3
Lein	3,82	183,2 196,7 192,8	51,9 58,8 57,3	**190,9**	**56,0**	216,9	63,6	138,5	44,8	183,3
Lein	5,09	209,5 212,1 212,7	54,6 57,7 55,7	**211,4**	**56,0**	240,2	63,6	161,8	44,8	206,6
Tabak	0	54,8 46,2 73,2	7,2 10,6 8,7	**58,1**	**8,8**	70,9	10,0	—	—	—
Tabak	2,54	117,0 151,9 123,9	36,2 37,4 25,6	**130,9**	**33,1**	159,6	37,6	88,7	27,6	116,3
Tabak	3,82	167,0 173,7 179,9	46,1 39,6 48,0	**173,5**	**44,6**	211,6	50,7	140,7	40,7	181,4
Tabak	5,09	214,6 222,9 254,0	49,0 55,8 67,3	**230,5**	**57,4**	281,1	65,2	210,2	55,2	265,4

	Differenz-Düngung. Stickstoff	Erträge. Erträge der Einzelversuche an Trockensubstanz: Kraut	Erträge der Einzelversuche an Trockensubstanz: Möhren	Mittel-Erträge an Trockensubstanz: Kraut	Mittel-Erträge an Trockensubstanz: Möhren	Mittel-Erträge an frischer Substanz: Kraut	Mittel-Erträge an frischer Substanz: Möhren	Mehrerträge. Im Vergleich zu stickstofffreier Düngung wurde an Mehrertrag (frische Substanz) erhalten: Kraut	Möhren	Kraut + Möhren
	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
Möhren	0	62,1 91,6 65,5	161,5 182,5 176,6	**73,1**	**173,5**	406,1	1157	—	—	—
	3,39	154,8 149,9 151,4	335,0 372,9 366,1	**152,0**	**358,0**	844,4	2387	438,3	1230	1668,3
	5,09	162,0 190,1 162,6	382,6 422,8 408,1	**171,6**	**404,5**	953,3	2697	547,2	1540	2087,2
	6,78	187,9 206,5 186,3	389,8 440,4 413,7	**193,6**	**414,6**	1075,5	2764	669,4	1607	2276,4
		Die frisch geernteten Möhren haben Trockensubstanz enthalten.								
		%								
	0	14,2	—	—	—	—	—	—	—	—
	3,39	14,2	—	—	—	—	—	—	—	—
	5,09	14,3	—	—	—	—	—	—	—	—
	6,78	13,8	—	—	—	—	—	—	—	—

Ergebnisse der Versuchsreihe 7. Tabelle 2.

Roggen, Weizen, Gerste, Hafer, Rübsen, Senf, Lein, Tabak, Möhren.

	Differenz-Düngung. Stickstoff	Stickstoff in der Erntesubstanz. Stickstoff in je 100 g Trockensubstanz: Stroh	Stickstoff in je 100 g Trockensubstanz: Körner	Stickstoff in der gesammten Ernte	Weitere Verhältnißzahlen. Auf je 100 g in der Düngung gegebenen Stickstoffs sind in der Ernte zurückgewonnen worden	Je 1 g des in der Düngung gegebenen Stickstoffs hat an Mehrertrag erzeugt: Stroh (lufttrocken)	Körner (lufttrocken)	Auf je 100 g Stroh sind an Körnern geerntet worden	Je 1 g des in der Düngung gegebenen Stickstoffs hat Trockensubstanz producirt	Das Gewicht je eines Samenkornes (auf Trockensubstanz berechnet) betrug in
	g	g	g	g	g	g	g	g	g	mg
Roggen	0	0,44	1,91	**1,849**	—	—	—	46	—	18
	3,39	0,38	2,04	**3,649**	53	44,1	22,1	48	76	19
	5,09	0,38	2,30	**4,697**	56	35,3	20,8	53	64	20
	6,78	0,47	2,45	**5,679**	56	29,9	18,3	55	55	21

	Differenz-Düngung. Stickstoff	Stickstoff in der Erntesubstanz. Stickstoff in je 100 g Trockensubstanz: Stroh	Körner	Stickstoff in der gesammten Ernte	Weitere Verhältnißzahlen. Auf je 100 g in der Düngung gegebenen Stickstoffs sind in der Ernte zurückgewonnen worden	Je 1 g des in der Düngung gegebenen Stickstoffs hat an Mehrertrag erzeugt: Stroh (lufttrocken)	Körner (lufttrocken)	Auf je 100 g Stroh sind an Körnern geerntet worden	Je 1 g des in der Düngung gegebenen Stickstoffs hat Trockensubstanz producirt	Das Gewicht je eines Samenkornes (auf Trockensubstanz berechnet) betrug in
	g	g	g	g	g	g	g	g	g	mg
Weizen	0	0,43	1,94	**1,343**	—	—	—	54	—	24
	5,09	0,45	2,47	**4,380**	60	31,9	19,8	59	44	29
	7,63	0,76	2,94	**6,349**	66	24,5	15,5	60	34	30
	10,18	0,80	3,16	**6,980**	55	19,0	12,2	61	27	30
Gerste	0	0,58	1,71	**1,145**	—	—	—	70	—	35
	5,09	0,51	2,06	**3,992**	56	25,7	24,0	85	43	39
	7,63	0,57	1,77	**4,556**	45	23,7	21,5	85	39	41
	10,18	0,77	2,83	**7,346**	61	20,0	17,1	81	32	40
Hafer	0	0,74	1,70	**0,529**	—	—	—	44	—	18
	5,09	0,50	2,09	**3,887**	66	36,4	28,3	71	56	23
	7,63	0,75	2,43	**5,367**	63	28,4	20,8	69	42	23
	10,18	0,96	2,72	**6,253**	56	21,6	15,3	67	32	22
Rübsen	0	0,82	3,85	**0,347**	—	—	—	16	—	1,4
	3,39	1,16	4,19	**1,698**	40	20,6	4,6	21	21	1,4
	5,09	1,34	4,43	**2,495**	42	21,8	3,8	18	22	1,6
	6,78	1,59	4,14	**3,054**	40	20,2	2,8	14	19	1,5
Senf	0	0,63	5,00	**1,182**	—	—	—	32	—	4,8
	3,39	0,36	4,73	**2,804**	48	36,3	10,2	30	39	4,8
	5,09	0,42	5,30	**4,041**	56	32,6	9,8	32	36	5,0
	6,78	0,41	5,66	**4,417**	48	28,0	7,6	30	30	5,1
Lein	0	0,37	4,09	**0,930**	—	—	—	24	—	3,8
	2,54	0,28	4,41	**2,511**	62	42,6	13,4	28	49	4,0
	3,82	0,49	4,82	**3,635**	71	36,3	11,7	29	42	4,0
	5,09	0,53	4,95	**3,892**	58	31,8	8,9	26	36	4,0
Tabak	0	0,82	2,65	**0,709**	—	—	—	15	—	—
	2,54	0,88	2,91	**2,115**	55	35,0	10,9	25	38	—
	3,82	0,90	3,08	**2,936**	58	36,8	10,7	26	40	—
	5,09	1,18	3,15	**4,528**	75	41,3	10,8	25	43	—
		Kraut	Möhren			Kraut	Möhren			
Möhren	0	0,87	0,63	**1,729**	—	—	—	—	—	—
	3,39	0,93	0,77	**4,171**	72	129	363	—	78	—
	5,09	1,09	0,93	**5,632**	77	108	303	—	65	—
	6,78	1,22	1,03	**6,632**	72	99	237	—	53	—

Versuchsreihe 8. (1887.)

10 Versuche, ausgeführt auf Bodenparzellen (Durchmesser 60 cm, seitliche Abgrenzung bis zu 133 cm Tiefe).

Bodenart: Lehmboden Nr. 33.

Versuchspflanzen: Roggen, Weizen, Gerste, Hafer, Rübsen.

Datum der Einsaat:	Datum der Erntenahme:
Roggen, Gerste, Hafer, Rübsen 21. April.	Rübsen 13. Juli.
Weizen 2. Mai.	Roggen 29. Juli.
	Gerste und Hafer 1. August.
	Weizen 5. August.

Die Differenzdüngung (Stickstoff in Form von salpetersaurem Ammoniak) wurde gegeben:

bei Roggen am	7. Mai	0,565
	1. Juni	1,130
	8. „	1,696
	10. „	1,696
	14. „	1,696
		6,783

bei Weizen am	17. Mai	0,565
	8. Juni	1,130
	14. „	3,392
	23. „	5,088
		10,175

bei Gerste und Hafer am	7. Mai	0,565
	1. Juni	1,130
	14. „	3,392
	23. „	5,088
		10,175

bei Rübsen am	7. Mai	0,565
	28. „	1,130
	1. Juni	1,130
	8. „	2,261
	10. „	1,696
		6,782

Ergebnisse der Versuchsreihe 8. Tabelle 1.

Roggen, Weizen, Gerste, Hafer, Rübsen.

Differenz-Düngung. Stickstoff		Erträge.						Mehrerträge*).		
		Erträge der Einzelversuche an Trockensubstanz		Mittel-Erträge an Trockensubstanz		Mittel-Erträge an lufttrockener Substanz		Im Vergleich zu stickstofffreier Düngung wurde an Mehrertrag (lufttrockene Substanz) erhalten		
		Stroh	Körner	Stroh	Körner	Stroh	Körner	Stroh	Körner	Stroh + Körner
	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
Roggen	6,78	266,7 285,0	146,4 156,1	**275,9**	**151,3**	320,8	175,9	158,4	100,8	259,2
Weizen	10,18	230,5 233,5	117,9 132,7	**232,0**	**125,3**	269,8	145,7	164,3	88,6	252,9
Gerste	10,18	200,1 237,7	154,5 164,7	**218,9**	**159,6**	254,5	185,6	179,5	133,2	312,7
Hafer	10,18	189,2 201,7	148,9 160,9	**195,4**	**154,9**	227,2	180,1	185,7	162,0	347,7
Rübsen	6,78	111,8 104,1	27,8 25,1	**108,0**	**26,5**	128,6	30,1	99,4	25,8	125,2

*) Zur Berechnung der Mehrerträge dienten die bei stickstofffreier Düngung erhaltenen Erträge der Versuchsreihe 7, welche auf dem gleichen Boden und unter sonst gleichen Verhältnissen ausgeführt wurde.

Ergebnisse der Versuchsreihe 8. Tabelle 2.

Roggen, Weizen, Gerste, Hafer, Rübsen.

Differenz-Düngung. Stickstoff		Stickstoff in der Erntesubstanz. Stickstoff in je 100 g Trockensubstanz: Stroh	Körner	Stickstoff in der gesammten Ernte	Weitere Verhältnißzahlen. Auf je 100 g in der Düngung gegebenen Stickstoffs sind in der Ernte zurückgewonnen worden	Je 1 g des in der Düngung gegebenen Stickstoffs hat an Mehrertrag erzeugt: Stroh (lufttrocken)	Körner (lufttrocken)	Auf je 100 g Stroh sind an Körnern geerntet worden	Je 1 g des in der Düngung gegebenen Stickstoffs hat an Gesammt-Trockensubstanz producirt
	g	g	g	g	g	g	g	g	g
Roggen	6,78	0,62	2,70	**5,796**	58	23	15	55	33
Weizen	10,18	0,94	3,38	**6,416**	50	16	9	54	21
Gerste	10,18	1,13	3,18	**7,549**	63	18	13	73	26
Hafer	10,18	1,09	2,72	**6,343**	57	18	16	79	29
Rübsen	6,78	1,50	4,75	**2,879**	37	15	4	23	16

Versuchsreihe 9a. (1887.)

40 Versuche, ausgeführt auf Bodenparzellen (Durchmesser 60 cm, seitliche Abgrenzung bis zu 133 cm Tiefe).

Bodenart: Sandboden Nr. 34.

Versuchspflanzen: Sommerrogen, Lein.

Datum der Einsaat: 22. April. Datum der Erntenahme: 27. Juli.

Die Differenzdüngung (Stickstoff in Form von 1, salpetersaurem Natron, 2, salpetersaurem Kalk, 3, schwefelsaurem Ammoniak und 4, schwefelsaurem Ammoniak + einer dem Natrongehalt des Salpeters entsprechenden Menge Chlornatrium [10,6 g bezw. 21,2 g]) wurde gegeben:

bei Sommerroggen: in 3 Portionen (9. Mai, 2. Juni, 17. Juni);

bei Lein: in 3 Portionen (9. Mai, 15. Juni, 17. Juni).

Ergebnisse der Versuchsreihe 9 a. Tabelle 1.

Sommerroggen, Lein.

		Differenz-Düngung. Stickstoff	Erträge. Erträge der Einzelversuche an Trockensubstanz		Mittel-Erträge an Trockensubstanz		Mittel-Erträge an lufttrockener Substanz		Mehrerträge. Im Vergleich zu stickstofffreier Düngung wurde an Mehrertrag (lufttrockene Substanz) erhalten		
			Stroh	Körner	Stroh	Körner	Stroh	Körner	Stroh	Körner	Stroh + Körner
		g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
Sommerroggen.		0	123,0 122,4 117,5 124,7	60,1 60,6 60,7 56,7	121,9	59,5	141,7	69,2	—	—	—
	Stickstoff gegeben in Form von salpeters. Natron	2,544	236,0 232,9	117,2 116,7	234,5	117,0	272,7	136,0	131,0	66,8	197,8
		5,088	289,1 283,6	161,8 156,7	286,4	159,3	333,0	185,2	191,3	116,0	307,3
	salpeters. Kalk	2,544	253,5 229,8	120,4 120,1	241,7	120,3	281,0	139,9	139,3	70,7	210,0
		5,088	286,4 278,0	155,2 159,5	282,2	157,4	328,1	183,0	186,4	113,8	300,2
	schwefels. Ammon.	2,544	202,9 211,1	106,7 105,0	207,0	105,9	240,7	123,1	99,0	53,9	152,9
		5,088	291,4 274,4	141,0 145,4	282,9	143,2	329,0	166,5	187,3	97,3	284,6
	schwefels. Ammon. + Chlornatrium	2,544	209,7 230,5	108,5 118,8	220,1	113,7	255,9	132,2	114,2	63,0	177,2
		5,088	267,7 282,6	145,6 155,6	275,2	150,6	320,0	175,1	178,3	105,9	284,2
Lein.		0	32,4 37,5 32,3 34,8	5,6 5,5 6,4 4,9	34,3	5,6	39,0	6,4	—	—	—
	Stickstoff gegeben in Form von salpeters. Natron	2,544	139,8 141,6	45,3 37,0	140,7	41,2	159,9	46,8	120,9	40,4	161,3
		5,088	178,1 175,2	52,7 42,7	176,7	47,7	200,8	54,2	161,8	47,8	209,6
	salpeters. Kalk	2,544	147,3 136,9	38,9 37,0	142,1	38,0	161,5	43,2	122,5	36,8	159,3
		5,088	182,5 166,6	51,0 35,0	174,6	43,0	198,4	48,9	159,4	42,5	201,9
	schwefels. Ammon.	2,544	106,8 109,5	28,8 27,7	108,2	28,3	123,0	32,2	84,0	25,8	109,8
		5,088	162,6 151,8	47,5 38,3	157,2	42,9	178,6	48,8	139,6	42,4	182,0
	schwefels. Ammon. + Chlornatrium	2,544	109,1 102,9	33,1 29,4	106,0	31,3	120,5	35,6	81,5	29,2	110,7
		5,088	162,9 163,9	42,0 54,6	163,4	48,3	185,7	54,9	146,7	48,5	195,2

Ergebnisse der Versuchsreihe 9a. Tabelle 2.

Sommerroggen, Lein.

	Differenz-Düngung. Stickstoff		Stickstoff in der Erntesubstanz. Stickstoff in je 100 g Trockensubstanz: Stroh	Körner	Stickstoff in der gesammten Ernte	Weitere Verhältnißzahlen. Auf je 100 g in der Düngung gegebenen Stickstoffs sind in der Ernte zurückgewonnen worden	Je 1 g des in der Düngung gegebenen Stickstoffs hat an Mehrertrag erzeugt: Stroh (lufttrocken)	Körner (lufttrocken)	Auf je 100 g Stroh sind an Körnern geerntet worden	Je 1 g des in der Düngung gegebenen Stickstoffs hat an Gesammt-Trockensubstanz producirt	Setzt man den bei Salpeterdüngung erhaltenen Mehrertrag = 100, so haben die übr. Stickstoffdüngemittel ergeben	Setzt man die bei Salpeterdüngung erhaltene Mehrernte an Stickstoff (Stickstoff des Mehrertrags) = 100, so haben die übr. Stickstoffdüngemittel ergeben
		g	g	g	g	g	g	g	g	g		
Sommerroggen.		0	0,38	1,86	**1,570**	—	—	—	49	—	—	—
Sommerroggen. Stickstoff gegeben in Form von	salpeters. Natron	2,544	0,37	1,96	**3,161**	63	51	26	50	67	100	100
		5,088	0,42	2,26	**4,803**	64	38	23	56	52		
	salpeters. Kalk	2,544	0,29	1,93	**3,023**	57	55	28	50	71	101	94
		5,088	0,43	2,19	**4,661**	61	37	22	56	51		
	schwefels. Ammon.	2,544	0,35	1,85	**2,684**	44	39	21	51	52	87	79
		5,088	0,46	2,07	**4,266**	53	37	19	51	48		
	schwefels. Ammon. + Chlornatrium	2,544	0,38	1,82	**2,906**	53	45	25	52	60	91	89
		5,088	0,45	2,19	**4,537**	58	35	21	55	48		
Lein.		0	0,79	3,98	**0,494**	—	—	—	16	—	—	—
Lein. Stickstoff gegeben in Form von	salpeters. Natron	2,544	0,57	4,29	**2,569**	82	48	16	29	56	100	100
		5,088	0,88	4,73	**3,811**	65	32	9	27	36		
	salpeters. Kalk	2,544	0,57	4,43	**2,493**	79	48	14	27	55	97	96
		5,088	0,90	4,84	**3,653**	62	31	8	25	35		
	schwefels. Ammon.	2,544	0,57	4,21	**1,808**	52	33	10	26	38	79	76
		5,088	0,80	4,69	**3,270**	55	27	8	27	31		
	schwefels. Ammon. + Chlornatrium	2,544	0,57	4,28	**1,944**	57	32	11	30	38	82	84
		5,088	0,77	4,75	**3,552**	60	29	10	30	34		

Versuchsreihe 9b. (1888.)

40 Versuche, ausgeführt auf den bei Versuchsreihe 9a (1887) benutzten Bodenparzellen.

Versuchspflanzen: Rübsen (Vorfrucht: Sommerroggen), Hafer (Vorfrucht: Lein), hierauf als Herbstfrucht nach Rübsen: Hafer.

Datum der Einsaat:	Datum der Erntenahme:
Hafer: 17. April.	10. August.
Rübsen: 18. April.	23. Juli.
Hafer (Nachfrucht): 24. Juli.	4. October.

Die Differenzdüngung (Stickstoff in Form von 1, salpetersaurem Natron, 2, salpetersaurem Kalk, 3, schwefelsaurem Ammoniak und 4, schwefelsaurem Ammoniak + Chlornatrium) wurde gegeben:

bei Rübsen und Hafer: in 2 Portionen (2. Mai: 1,696 bezw. 3,392 g, 28. Mai: 0,848 bezw. 1,696 g);

bei Hafer (Nachfrucht): in ganzer Menge am 3. August.

Ergebnisse der Versuchsreihe 9b. Tabelle 1.

Rübsen, Hafer.

	Differenz-Düngung. Stickstoff	Erträge. Erträge der Einzelversuche an Trockensubstanz		Mittel-Erträge an Trockensubstanz		Mittel-Erträge an lufttrockener Substanz		Mehrerträge. Im Vergleich zu stickstofffreier Düngung wurde an Mehrertrag (lufttrockene Substanz) erhalten		
		Stroh	Körner	Stroh	Körner	Stroh	Körner	Stroh	Körner	Stroh + Körner
	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
Rübsen.	0	18,0 10,7 28,4 18,2	2,2 1,8 0,7 0,8	18,8	1,4	22,4	1,6	—	—	—
Rübsen. Stickstoff gegeben in Form von salpetersaurem Natron	2,544	79,2 72,4	14,4 8,7	75,8	11,6	90,2	13,2	67,8	11,6	79,4
Rübsen. Stickstoff gegeben in Form von salpetersaurem Natron	5,088	130,5 132,9	22,4 19,6	131,7	21,0	156,8	23,9	134,4	22,3	156,7
Rübsen. Stickstoff gegeben in Form von salpetersaurem Kalk	2,544	99,5 83,5	15,7 12,3	91,5	14,0	108,9	15,9	86,5	14,3	100,8
Rübsen. Stickstoff gegeben in Form von salpetersaurem Kalk	5,088	146,9 125,7	24,3 22,3	136,3	23,3	162,3	26,5	139,9	24,9	164,8

Differenz-Düngung.	Stickstoff g	Erträge. Erträge der Einzelversuche an Trockensubstanz Stroh g	Körner g	Mittel-Erträge an Trockensubstanz Stroh g	Körner g	Mittel-Erträge an lufttrockener Substanz Stroh g	Körner g	Mehrerträge. Im Vergleich zu stickstofffreier Düngung wurde an Mehrertrag (lufttrockene Substanz) erhalten Stroh g	Körner g	Stroh + Körner g
Rübsen. Stickstoff gegeben in Form von schwefelsaurem Ammoniak	2,544	69,6 85,1	13,8 13,4	**77,4**	**13,6**	92,1	15,5	69,7	13,9	83,6
	5,088	112,3 118,2	19,3 20,4	**115,3**	**19,9**	137,3	22,6	114,9	21,0	135,9
Rübsen. Stickstoff gegeben in Form von schwefelsaurem Ammoniak + Chlornatrium	2,544	72,5 82,5	10,2 12,2	**77,5**	**11,2**	92,3	12,7	69,9	11,1	81,0
	5,088	102,9 104,9	13,3 14,9	**103,9**	**14,1**	123,7	16,0	101,3	14,4	115,7
Hafer.	0	39,6 45,0 36,1 36,5	26,5 29,6 21,3 22,9	**39,3**	**25,1**	45,7	29,2	—	—	—
Hafer. Stickstoff gegeben in Form von salpetersaurem Natron	2,544	175,4 178,4	130,2 121,4	**176,9**	**125,8**	205,7	146,3	160,0	117,1	277,1
	5,088	230,2 226,9	185,3 181,6	**228,6**	**183,5**	265,8	213,4	220,1	184,2	404,3
Hafer. Stickstoff gegeben in Form von salpetersaurem Kalk	2,544	176,9 168,6	125,1 111,8	**172,8**	**118,5**	200,9	137,8	155,2	108,6	263,8
	5,088	208,0 204,4	163,5 158,5	**206,2**	**161,0**	239,8	187,2	194,1	158,0	352,1
Hafer. Stickstoff gegeben in Form von schwefelsaurem Ammoniak	2,544	138,4 130,7	107,2 91,9	**134,6**	**99,6**	156,5	115,8	110,8	86,6	197,4
	5,088	172,5 182,1	146,6 156,4	**177,3**	**151,5**	206,2	176,2	160,5	147,0	307,5
Hafer. Stickstoff gegeben in Form von schwefelsaurem Ammoniak + Chlornatrium	2,544	133,3 128,0	105,5 100,2	**130,7**	**102,9**	152,0	119,7	106,3	90,5	196,8
	5,088	206,7 205,8	173,9 161,7	**206,3**	**167,8**	239,9	195,1	194,2	165,9	360,1

Ergebnisse der Versuchsreihe 9b. Tabelle 2.

Rübsen, Hafer.

Frucht	Stickstoff gegeben in Form von	Differenz-Düngung. Stickstoff g	Stickstoff in der Erntesubstanz. Stickstoff in je 100 g Trockensubstanz: Stroh g	Körner g	Stickstoff in der gesammten Ernte g	Weitere Verhältnißzahlen. Auf je 100 g in der Düngung gegebenen Stickstoffs sind in der Ernte zurückgewonnen worden g	Je 1 g des in der Düngung gegebenen Stickstoffs hat an Mehrertrag erzeugt: Stroh (lufttrocken) g	Körner (lufttrocken) g	Auf je 100 g Stroh sind an Körnern geerntet worden g	Je 1 g des in der Düngung gegebenen Stickstoffs hat an Gesammt-Trockensubstanz producirt g	Setzt man den bei Salpeterdüngung erhaltenen Mehrertrag = 100, so haben die übr. Stickstoffdüngemittel ergeben	Setzt man die bei Salpeterdüngung erhaltene Mehrernte an Stickstoff (Stickstoff des Mehrertrags) = 100, so haben die übr. Stickstoffdüngemittel ergeben
Rübsen.		0	1,13	3,80	0,266	—	—	—	7	—	—	—
	salpeters. Natron	2,544	0,91	3,65	1,113	33	27	5	15	26	100	100
		5,088	1,19	3,79	2,363	41	26	4	15	26		
	salpeters. Kalk	2,544	0,88	3,48	1,292	40	34	6	15	34	112	103
		5,088	1,04	3,71	2,282	40	27	5	16	27		
	schwefels. Ammon.	2,544	0,87	3,47	1,145	35	27	5	17	28	93	90
		5,088	1,12	3,75	2,038	35	23	4	16	23		
	schwefels. Ammon. + Chlornatrium	2,544	0,91	3,62	1,111	33	27	4	14	27	83	77
		5,088	1,12	3,77	1,695	28	20	3	13	19		
Hafer.		0	0,47	1,54	0,571	—	—	—	64	—	—	—
	salpeters. Natron	2,544	0,33	1,39	2,332	69	63	46	71	94	100	100
		5,088	0,39	1,70	4,011	68	43	36	80	68		
	salpeters. Kalk	2,544	0,35	1,38	2,240	66	61	43	69	89	90	95
		5,088	0,46	1,81	3,863	65	38	31	78	60		
	schwefels. Ammon.	2,544	0,34	1,29	1,742	46	44	34	74	67	74	73
		5,088	0,42	1,61	3,184	51	32	29	85	52		
	schwefels. Ammon. + Chlornatrium	2,544	0,30	1,30	1,730	46	42	36	79	67	82	78
		5,088	0,38	1,61	3,486	57	38	33	81	61		

Ergebnisse der Versuchsreihe 9b. Tabelle 3.
Hafer als Nachfrucht auf Rübsen.

Der Nachfrucht Stickstoff gegeben in Form von	Düngung der Nachfrucht. Stickstoff g	Ernte an Trockensubstanz: bei den Einzelversuchen g	Ernte an Trockensubstanz: Mittel g	Stickstoff in je 100 g Trockensubstanz g	Stickstoff in der gesammten Ernte g	Mehrertrag gegen ungedüngt: Trockensubstanz g	Mehrertrag gegen ungedüngt: Stickstoff g	Je 1 g des in der Düngung gegebenen Stickstoffs hat an Gesammt-Trockensubstanz producirt g	Setzt man den bei Salpeterdüngung erhaltenen Mehrertrag = 100, so haben die übrigen Stickstoffdüngemittel ergeben	Setzt man die bei Salpeterdüngung erhaltene Mehrernte an Stickstoff (Stickstoff des Mehrertrags) = 100, so haben die übrigen Stickstoffdüngemittel ergeben
	0	41,6 33,8 34,8 37,7	**37,0**	1,40	**0,518**	—	—	—	—	—
salpeters. Natron	1,696	107,9 101,6	**104,8**	1,35	**1,415**	67,8	0,897	40	100	100
	3,392	141,3 130,8	**136,1**	1,79	**2,436**	99,1	1,918	29		
salpeters. Kalk	1,696	78,9 78,2	**78,6**	1,51	**1,187**	41,6	0,669	25	67	84
	3,392	116,9 96,5	**106,7**	2,08	**2,219**	69,7	1,701	21		
schwefels. Ammoniak	1,696	96,7 84,5	**90,6**	1,30	**1,178**	53,6	0,660	32	78	75
	3,392	111,6 114,8	**113,2**	1,73	**1,958**	76,2	1,440	22		
schwefels. Ammoniak + Chlornatrium	1,696	97,5 84,0	**90,8**	1,32	**1,199**	53,8	0,681	32	89	85
	3,392	138,7 124,2	**131,5**	1,69	**2,222**	94,5	1,704	28		

Versuchsreihe 10a. (1887.)

60 Versuche, ausgeführt auf Bodenparzellen (Durchmesser 60 cm, seitliche Abgrenzung bis zu 133 cm Tiefe).

Bodenart: Lehmboden Nr. 33.

Versuchspflanze: Sommerroggen.

Datum der Einsaat: 23. April. Datum der Erntenahme: 27. Juli.

Die Differenzdüngung (Stickstoff in Form von salpetersaurem Natron, schwefelsaurem Ammoniak und verschiedenen organischen Stickstoffdüngern) wurde in ganzer Menge bei der Einsaat gegeben.

Nach Aberntung des Roggens wurden die Parzellen sofort mit Lein eingesäet, ohne daß eine weitere Düngung erfolgte. Die Erntenahme des Leins geschah am 30. September.

Ergebnisse der Versuchsreihe 10 a. Tabelle 1.

Sommerroggen.

Differenz-Düngung. Stickstoff in Form von		Erträge. Erträge der Einzelversuche an Trockensubstanz		Erträge. Mittel-Erträge an Trockensubstanz		Erträge. Mittel-Erträge an lufttrockener Substanz		Mehrerträge. Im Vergleich zu stickstofffreier Düngung wurde an Mehrertrag (lufttrockene Substanz) erhalten		
	g	Stroh g	Körner g	Stroh g	Körner g	Stroh g	Körner g	Stroh g	Körner g	Stroh + Körner g
	0	158,7 143,9 149,3 152,1	71,1 66,5 64,6 62,5	**151,0**	**66,2**	175,6	77,0	—	—	—
salpeters. Natron	1,696	260,5 239,5	118,9 105,9	**250,0**	**112,4**	290,7	130,7	115,1	53,7	168,8
salpeters. Natron	3,392	278,9 285,8	141,2 139,0	**282,4**	**140,1**	328,4	162,9	152,8	85,9	238,7
schwefels. Ammoniak	1,696	245,9 240,0	101,2 97,7	**243,0**	**99,5**	282,6	115,7	107,0	38,7	145,7
schwefels. Ammoniak	3,392	284,9 270,1	138,2 128,3	**277,5**	**133,3**	322,7	155,0	147,1	78,0	225,1
Knochenmehl No. 32	1,696	189,9 188,9	83,4 83,4	**189,4**	**83,4**	220,2	97,0	44,6	20,0	64,6
Knochenmehl No. 32	3,392	238,6 206,8	107,7 106,5	**222,7**	**107,1**	259,0	124,5	83,4	47,5	130,9
Fleischmehl No. 44	1,696	185,0 208,2	79,7 93,7	**196,6**	**86,7**	228,6	100,8	53,0	23,8	76,8
Fleischmehl No. 44	3,392	217,3 231,3	103,3 107,2	**224,3**	**105,3**	260,8	122,4	85,2	45,4	130,6

Differenz-Düngung. Stickstoff in Form von	g	Erträge. Erträge der Einzelversuche an Trockensubstanz Stroh g	Körner g	Mittel-Erträge an Trockensubstanz Stroh g	Körner g	Mittel-Erträge an lufttrockener Substanz Stroh g	Körner g	Mehrerträge. Im Vergleich zu stickstofffreier Düngung wurde an Mehrertrag (lufttrockene Substanz) erhalten Stroh g	Körner g	Stroh + Körner g
Fischguano No. 43	1,696	198,9 202,4	86,9 89,5	**200,7**	**88,2**	233,4	102,6	57,8	25,6	83,4
	3,392	241,3 245,2	114,6 115,6	**243,3**	**115,1**	283,0	133,8	107,4	56,8	164,2
Peruguano No. 37	1,696	236,3 236,6	100,6 100,9	**236,5**	**100,8**	275,0	117,2	99,4	40,2	139,6
	3,392	287,1 275,1	134,1 122,0	**281,1**	**128,1**	326,9	149,0	151,3	72,0	223,3
Blutmehl No. 35	1,696	231,6 216,8	105,5 92,8	**224,2**	**99,2**	260,7	115,3	85,1	38,3	123,4
	3,392	260,7 252,2	116,8 110,0	**256,5**	**113,4**	298,3	131,9	122,7	54,9	177,6
Hornmehl No. 45	1,696	213,9 238,5	88,0 104,7	**226,2**	**96,4**	263,0	112,1	87,4	35,1	122,5
	3,392	263,9 262,6	105,9 114,4	**263,3**	**110,2**	306,2	128,1	130,6	51,1	181,7
Ledermehl No. 46	3,392	171,5 184,3	74,3 73,9	**177,9**	**74,1**	206,9	86,2	31,3	9,2	40,5
	6,784	216,2 215,3	92,4 91,5	**215,8**	**92,0**	250,9	107,0	75,3	30,0	105,3
Wollstaub No. 42	3,392	181,7 187,7	85,4 83,7	**184,7**	**84,6**	214,8	98,4	39,2	21,4	60,6
	6,784	195,9 205,4	92,9 93,0	**200,7**	**93,0**	233,4	108,1	57,8	31,1	88,9
Ricinuskuchenmehl No. 39	3,392	257,5 252,5	107,5 110,0	**255,0**	**108,8**	296,5	126,5	120,9	49,5	170,4
	6,784	276,5 277,1	146,2 141,6	**276,8**	**143,9**	321,9	167,3	146,3	90,3	236,6
grüne Pflanzenm. No. 29	3,392	252,9 245,6	118,3 112,9	**249,3**	**115,6**	289,9	134,4	114,3	57,4	171,7
	6,784	298,9 270,1	146,7 137,4	**284,5**	**142,1**	330,8	165,2	155,2	88,2	243,4
Stallmist No. 27	3,515	167,4 160,0 169,4 168,0	71,6 68,4 69,8 72,1	**166,2**	**70,5**	193,3	82,0	17,7	5,0	22,7
	7,030	189,4 189,3 176,5 172,9	81,4 82,5 83,9 77,1	**182,0**	**81,2**	211,6	94,4	36,0	17,4	53,4

Ergebnisse der Versuchsreihe 10a. Tabelle 2.

Sommerroggen.

Differenz-Düngung. Stickstoff in Form von	g	Stickstoff in der Erntesubstanz. Stickstoff in je 100 g Trockensubstanz: Stroh g	Körner g	Stickstoff in der gesammten Ernte g	Weitere Verhältnißzahlen. Auf je 100 g in der Düngung gegebenen Stickstoffs sind in der Ernte zurückgewonnen worden g	Je 1 g des in der Düngung gegebenen Stickstoffs hat an Mehrertrag erzeugt: Stroh (lufttrocken) g	Körner (lufttrocken) g	Auf je 100 g Stroh sind an Körnern geerntet worden g
	0	0,33	1,80	**1,690**	—	—	—	44
salpetersaurem Natron	1,696	0,29	1,82	**2,771**	64	68	32	45
	3,392	0,36	1,94	**3,735**	60	45	25	50
schwefelsaurem Ammoniak	1,696	0,29	1,83	**2,526**	49	63	23	41
	3,392	0,36	1,96	**3,612**	57	43	23	48
Knochenmehl No. 32	1,696	0,29	1,76	**2,017**	19	26	12	44
	3,392	0,36	1,87	**2,804**	33	25	14	48
Fleischmehl No. 44	1,696	0,33	1,75	**2,166**	28	31	14	44
	3,392	0,33	1,76	**2,593**	27	25	13	47
Fischguano No. 43	1,696	0,31	1,71	**2,130**	26	34	15	44
	3,392	0,34	1,83	**2,934**	37	32	17	47
Peruguano No. 37	1,696	0,31	1,82	**2,568**	52	59	24	43
	3,392	0,34	1,94	**3,441**	52	45	21	46
Blutmehl No. 35	1,696	0,30	1,81	**2,468**	46	50	23	44
	3,392	0,33	1,86	**2,956**	37	36	16	44
Hornmehl No. 45	1,696	0,29	1,81	**2,401**	42	52	21	43
	3,392	0,31	1,89	**2,899**	36	39	15	42
Ledermehl No. 46	3,392	0,33	1,77	**1,899**	6	9	3	42
	6,784	0,33	1,81	**2,377**	10	11	4	43
Wollstaub No. 42	3,392	0,36	1,93	**2,298**	18	12	6	46
	6,784	0,43	2,02	**2,742**	16	9	5	46
Ricinuskuchenmehl No. 39	3,392	0,38	1,88	**3,014**	39	36	15	43
	6,784	0,43	2,15	**4,284**	38	22	13	52
grüner Pflanzenmasse No. 29	3,392	0,36	1,82	**3,001**	39	34	17	46
	6,784	0,47	2,08	**4,293**	38	23	13	50
Stallmist No. 27	3,515	0,38	1,79	**1,894**	6	5	1	42
	7,030	0,40	1,92	**2,287**	8	5	2	45

Ergebnisse der Versuchsreihe 10a. Tabelle 5.

Lein als Nachfrucht.

Düngung der Vorfrucht. Stickstoff in Form von	g	Erträge an Trockensubstanz bei den Einzelversuchen g	Erträge an Trockensubstanz im Mittel g	Stickstoff in je 100 g Trockensubstanz g	Stickstoff in der geernteten Trockensubstanz g	Differenz zwischen gedüngt und ungedüngt Trockensubstanz g	Differenz zwischen gedüngt und ungedüngt Stickstoff mg
	0	29,4 25,4 28,1 29,4	**28,1**	1,49	0,419	—	—
salpetersaurem Natron	1,696	21,1 21,9	**21,5**	1,40	0,301	—6,6	—118
	3,392	27,4 25,8	**26,6**	1,42	0,378	—1,5	— 41
schwefelsaurem Ammoniak	1,696	24,4 21,0	**22,7**	1,32	0,300	—5,4	—119
	3,392	25,1 24,8	**25,0**	1,39	0,348	—3,1	— 71
Knochenmehl No. 32	1,696	29,0 26,9	**28,0**	1,31	0,367	—0,1	— 52
	3,392	34,4 28,8	**31,6**	1,33	0,420	+3,5	+ 1
Fleischmehl No. 44	1,696	31,9 23,6	**27,8**	1,39	0,386	—0,3	— 33
	3,392	23,6 26,6	**25,1**	1,51	0,379	—3,0	— 40
Fischguano No. 43	1,696	34,5 22,9	**28,7**	1,30	0,373	+0,6	— 46
	3,392	29,3 25,9	**27,6**	1,40	0,386	—0,5	— 33
Peruguano No. 37	1,696	23,6 22,7	**23,2**	1,33	0,309	—4,9	—110
	3,392	26,5 23,4	25,0	1,24	0,310	—3,1	—109

Düngung der Vorfrucht. Stickstoff in Form von	g	Erträge an Trockensubstanz bei den Einzelversuchen g	Erträge an Trockensubstanz im Mittel g	Stickstoff in je 100 g Trockensubstanz g	Stickstoff in der geernteten Trockensubstanz g	Differenz zwischen gedüngt und ungedüngt Trockensubstanz g	Differenz zwischen gedüngt und ungedüngt Stickstoff mg
Blutmehl No. 35	1,696	25,6 21,3	**23,5**	1,49	0,350	— 4,6	— 69
	3,392	26,5 26,4	**26,5**	1,39	0,368	— 1,6	— 51
Hornmehl No. 45	1,696	23,4 22,8	**23,1**	1,40	0,323	— 5,0	— 96
	3,392	26,4 28,3	**27,4**	1,36	0,373	— 0,7	— 46
Ledermehl No. 46	3,392	26,8 25,9	**26,4**	1,41	0,372	— 1,7	— 47
	6,784	24,0 27,9	**26,0**	1,39	0,361	— 2,1	— 58
Wollstaub No. 42	3,392	29,1 29,4	**29,3**	1,50	0,440	+ 1,2	+ 21
	6,784	36,3 39,9	**38,1**	1,37	0,522	+10,0	+103
Ricinuskuchenmehl No. 39	3,392	24,2 27,2	**25,7**	1,45	0,373	— 2,4	— 46
	6,784	39,5 40,7	**40,1**	1,40	0,561	+12,0	+142
grüner Pflanzenmasse No. 29	3,392	29,4 22,7	**26,1**	1,43	0,373	— 2,0	— 46
	6,784	40,5 34,9	**37,7**	1,39	0,524	+ 9,6	+105
Stallmist No. 27	3,515	30,6 26,5 28,9 30,0	**29,0**	1,54	0,447	+ 0,9	+ 28
	7,030	38,9 27,4 29,7 29,2	**31,3**	1,73	0,541	+ 3,2	+122

Versuchsreihe 10 b. (1888.)

60 Versuche, ausgeführt auf den zu Versuchsreihe 10 a (1887) benutzten Bodenparzellen.

Versuchspflanze: Sommerweizen.

Datum der Einsaat: 20. April. Datum der Erntenahme: 14. August.

Die bei Versuchsreihe 10 a (1887) angewandte Differenzdüngung wurde bei der Einsaat des Weizens wiederholt.

Ergebnisse der Versuchsreihe 10 b. Tabelle 1.

Sommerweizen.

Differenz-Düngung. Stickstoff in Form von	g	Erträge. Erträge der Einzelversuche an Trockensubstanz: Stroh g	Körner g	Mittel-Erträge an Trockensubstanz: Stroh g	Körner g	Mittel-Erträge an lufttrockener Substanz: Stroh g	Körner g	Mehrerträge. Im Vergleich zu stickstofffreier Düngung wurde an Mehrertrag (lufttrockene Substanz) erhalten: Stroh g	Körner g	Stroh + Körner g
	0	44,4 43,9 41,6 42,3	26,4 24,3 24,5 23,7	43,1	24,7	50,1	28,7	—	—	—
salpeters. Natron	1,696	135,0 143,0	61,9 66,0	139,0	64,0	161,6	74,4	111,5	45,7	157,2
	3,392	214,5 217,9	113,6 113,4	216,2	113,5	251,4	132,0	201,3	103,3	304,6
schwefels. Ammoniak	1,696	98,7 95,9	47,9 52,7	97,3	50,3	113,1	58,5	63,0	29,8	92,8
	3,392	180,0 174,5	95,0 98,2	177,3	96,6	206,2	112,3	156,1	83,6	239,7
Knochenmehl No. 32	1,696	96,1 100,6	53,0 55,6	98,4	54,3	114,4	63,1	64,3	34,4	98,7
	3,392	156,5 161,6	92,3 91,5	159,1	91,9	185,0	106,9	134,9	78,2	213,1
Fleischmehl No. 44	1,696	80,9 80,0	44,7 43,0	80,5	43,9	93,6	51,0	43,5	22,3	65,8
	3,392	136,3 139,2	76,4 81,3	137,8	78,9	160,2	91,7	110,1	63,0	173,1
Fischguano No. 43	1,696	99,7 101,7	56,5 50,0	100,7	53,3	117,1	62,0	67,0	33,3	100,3
	3,392	161,5 161,7	94,9 90,5	161,6	92,7	187,9	107,8	137,8	79,1	216,9

Differenz-Düngung. Stickstoff in Form von	g	Erträge: Erträge der Einzelversuche an Trockensubstanz — Stroh g	Körner g	Mittel-Erträge an Trockensubstanz — Stroh g	Körner g	Mittel-Erträge an lufttrockener Substanz — Stroh g	Körner g	Mehrerträge: Im Vergleich zu stickstofffreier Düngung wurde an Mehrertrag (lufttrockene Substanz) erhalten — Stroh g	Körner g	Stroh + Körner g
Peruguano No. 37	1,696	126,6 124,8	70,8 67,7	**125,7**	**69,3**	146,2	80,6	96,1	51,9	148,0
	3,392	186,6 189,1	106,6 106,4	**187,9**	**106,5**	218,5	123,8	168,4	95,1	263,5
Blutmehl No. 35	1,696	96,3 102,5	54,1 56,3	**99,4**	**55,2**	115,6	64,2	65,5	35,5	101,0
	3,392	152,1 161,4	87,0 90,8	**156,8**	**88,9**	182,3	103,4	132,2	74,7	206,9
Hornmehl No. 45	1,696	92,9 92,9	50,5 51,4	**92,9**	**51,0**	108,0	59,3	57,9	30,6	88,5
	3,392	153,9 168,9	88 0 96,2	**161,4**	**92,1**	187,7	107,1	137,6	78,4	216,0
Ledermehl No. 46	3,392	60,7 66,2	36,3 36,3	**63,5**	**36,3**	73,8	42,2	23,7	13,5	37,2
	6,784	89,4 97,1	55,4 56,3	**93,3**	**55,9**	108,5	65,0	58,4	36,3	94,7
Wollstaub No. 42	3,392	74,8 79,5	44,3 46,6	**77,2**	**45,5**	89,8	52,9	39,7	24,2	63,9
	6,784	113,5 124,4	68,0 82,8	**119,0**	**75,4**	138,4	87,7	88,3	59,0	147,3
Ricinuskuchenmehl No. 39	3,392	154,6 160,5	85,6 91,9	**157,6**	**88,8**	183,3	103,3	133,2	74,6	207,8
	6,784	188,7 192,3	101,9 111,5	**190,5**	**106,7**	221,5	124,1	171,4	95,4	266,8
grüner Pflanzenm. No. 47	3,499	119,4 129,0	63,1 68,6	**124,2**	**65,9**	144,4	76,6	94,3	47,9	142,2
	6,998	208,5 204,8	112,8 114,6	**206,7**	**113,7**	240,4	132,2	190,3	103,5	293,8
Stallmist No. 41	3,997	53,3 59,4 60,2 61,2	33,9 36,6 39,6 42,4	**58,5**	**38,1**	68,0	44,3	17,9	15,6	33,5
	7,995	89,0 78,8 82,6 82,8	66,0 59,0 59,7 56,2	**83,3**	**60,2**	96,9	70,0	46,8	41,3	88,1

Ergebnisse der Versuchsreihe 10b. Tabelle 2.

Sommerweizen.

Differenz-Düngung. Stickstoff in Form von	g	Stickstoff in der Erntesubstanz. Stickstoff in je 100 g Trockensubstanz: Stroh g	Körner g	Stickstoff in der gesammten Ernte g	Weitere Verhältnißzahlen. Auf je 100 g in der Düngung gegebenen Stickstoffs sind in der Ernte zurückgewonnen worden g	Je 1 g des in der Düngung gegebenen Stickstoffs hat an Mehrertrag erzeugt: Stroh (lufttrocken) g	Körner (lufttrocken) g	Auf je 100 g Stroh sind an Körnern geerntet worden g	Auf je 100 g innerhalb zweier Jahre i. d. Düngung gegebenen Stickstoffs sind in der Ernte der beiden Jahre zurückgenommen worden g
	0	0,45	2,07	**0,705**	—	—	—	57	—
salpetersaurem Natron	1,696	0,35	1,58	**1,498**	47	66	27	46	52
	3,392	0,34	1,73	**2,699**	59	59	30	53	59
schwefelsaurem Ammoniak	1,696	0,35	1,61	**1,150**	26	37	18	52	34
	3,392	0,30	1,62	**2,097**	41	46	25	54	48
Knochenmehl No. 32	1,696	0,30	1,68	**1,207**	30	38	20	55	23
	3,392	0,34	1,65	**2,057**	40	40	23	58	36
Fleischmehl No. 44	1,696	0,33	1,71	**1,016**	18	26	13	54	22
	3,392	0,35	1,73	**1,847**	34	32	19	57	30
Fischguano No. 43	1,696	0,34	1,62	**1,206**	30	40	20	53	26
	3,392	0,35	1,73	**2,170**	43	41	23	57	39
Peruguano No. 37	1,696	0,35	1,55	**1,514**	48	57	31	55	46
	3,392	0,38	1,75	**2,578**	55	50	28	57	52
Blutmehl No. 35	1,696	0,35	1,68	**1,275**	34	39	21	56	38
	3,392	0,32	1,61	**1,933**	36	39	22	57	36
Hornmehl No. 45	1,696	0,35	1,63	**1,157**	27	34	18	55	31
	3,392	0,35	1,64	**2,075**	40	41	23	57	37
Ledermehl No. 46	3,392	0,36	1,78	**0,875**	5	7	4	57	5
	6,784	0,31	1,67	**1,223**	8	9	5	60	8
Wollstaub No. 42	3,392	0,35	1,81	**1,094**	11	12	7	59	15
	6,784	0,36	1,74	**1,740**	15	13	9	63	16
Ricinuskuchenmehl No. 39	3,392	0,35	1,64	**2,008**	38	39	22	56	38
	6,784	0,38	1,74	**2,581**	28	25	14	56	34
grüner Pflanzenmasse No. 47	3,499	0,37	1,79	**1,640**	27	27	14	53	32
	6,998	0,36	1,84	**2,836**	30	27	15	55	35
Stallmist No. 41	3,997	0,38	2,03	**0,996**	7	4	4	65	7
	7,995	0,42	2,11	**1,620**	11	6	5	72	11

Versuchsreihe 10c. (1889.)

60 Versuche, ausgeführt auf den zu Versuchsreihe 10a (1887) und 10b (1888) benutzten Bodenparzellen.

Versuchspflanze: Möhren.

Datum der Einsaat: 16. April. Datum der Erntenahme: 19. September.

Die Differenzdüngung wurde wiederum bei der Einsaat gegeben.

Ergebnisse der Versuchsreihe 10c. Tabelle 1.

Möhren.

Differenz-Düngung. Stickstoff in Form von	g	Erträge. Erträge der Einzelversuche an Trockensubstanz: Kraut g	Möhren g	Mittel-Erträge an Trockensubstanz: Kraut g	Möhren g	Mittel-Erträge an frischer Substanz: Kraut g	Möhren g	Mehrerträge. Im Vergleich zu stickstofffreier Düngung wurde an Mehrertrag (frische Substanz) erhalten: Kraut g	Möhren g	Kraut + Möhren g	Die frisch geernteten Möhren enthielten an Trockensubstanz %
	0	53,5 58,9 50,3 46,9	228,1 247,6 202,1 186,0	**52,4**	**216,0**	291	1440	—	—	—	17,8
salpeters. Natron	1,696	— 109,6	— 450,5	**109,6**	**450,5**	609	3003	318	1563	1881	17,3
	3,392	143,7 186,5	566,8 559,6	**165,1**	**563,2**	917	3755	626	2315	2941	17,5
schwefels. Ammoniak	1,696	140,8 112,0	478,3 386,9	**126,4**	**432,6**	702	2884	411	1444	1855	18,0
	3,392	157,5 148,7	555,3 539,9	**153,1**	**547,6**	851	3651	560	2211	2771	18,3
Knochenmehl No. 32	1,696	93,1 95,7	359,8 396,8	**94,4**	**378,3**	524	2522	233	1082	1315	17,0
	3,392	137,5 139,5	473,3 500,7	**138,5**	**487,0**	769	3247	478	1807	2285	17,3
Fleischmehl No. 44	1,696	94,6 107,5	333,7 370,4	**101,1**	**352,1**	562	2347	271	907	1178	17,6
	3,392	147,8 133,4	469,9 480,4	**140,6**	**475,2**	781	3168	490	1728	2218	17,5
Fischguano No. 43	1,696	87,5 95,4	365,0 409,5	**91,5**	**387,3**	508	2582	217	1142	1359	19,0
	3,392	124,0 157,6	475,0 583,9	**140,8**	**529,5**	782	3530	491	2090	2581	17,0

Differenz-Düngung. Stickstoff in Form von	g	Erträge. Erträge der Einzelversuche an Trockensubstanz Kraut g	Möhren g	Mittel-Erträge an Trockensubstanz Kraut g	Möhren g	Mittel-Erträge an frischer Substanz Kraut g	Möhren g	Mehrerträge. Im Vergleich zu stickstofffreier Düngung wurde an Mehrertrag (frische Substanz) erhalten Kraut g	Möhren g	Kraut + Möhren g	Die frisch geernteten Möhren enthielten an Trockensubstanz %
Peruguano No. 37	1,696	95,9 104,6	342,1 389,8	100,3	366,0	557	2440	266	1000	1266	17,1
	3,392	131,7 158,2	504,7 491,6	145,0	498,2	806	3321	515	1881	2396	15,9
Blutmehl No. 35	1,696	106,8 104,4	404,4 368,6	105,6	386,5	587	2577	296	1137	1433	17,3
	3,392	148,0 161,0	496,0 499,2	154,5	497,6	858	3317	567	1877	2444	17,0
Hornmehl No. 45	1,696	94,9 102,7	395,1 355,6	98,8	375,4	549	2503	258	1063	1321	18,1
	3,392	160,8 147,4	499,3 460,9	154,1	480,1	856	3201	565	1761	2326	17,3
Ledermehl No. 46	3,392	79,6 83,2	341,2 366,4	81,4	353,8	452	2359	161	919	1080	17,1
	6,784	127,3 138,3	458,4 451,1	132,8	454,8	738	3032	447	1592	2039	17,8
Wollstaub No. 100	3,392	91,4 106,3	324,7 360,5	98,9	342,6	549	2284	258	844	1102	16,0
	6,784	140,3 149,0	454,6 437,0	144,7	445,8	804	2972	513	1532	2045	16,5
Ricinuskuchenmehl No. 39	1,696	113,4 109,7	362,8 399,4	111,6	381,1	620	2541	329	1101	1430	16,9
	3,392	154,6 159,7	472,0 525,3	157,2	498,7	873	3325	582	1885	2467	17,6
grüner Pflanzenmasse No. 101	3,392	170,1 146,6	464,3 461,7	158,4	463,0	880	3087	589	1647	2236	16,6
	6,784	233,9 240,8	775,7 659,5	237,4	717,6	1319	4784	1028	3344	4372	15,9
Stallmist No. 102	7,225	174,2 156,1 148,8 173,1	537,4 505,8 500,6 505,5	163,1	512,3	906	3415	615	1975	2590	16,7
	14,450	233,1 203,5 260,4 246,4	669,8 666,3 694,7 715,6	235,9	686,6	1311	4577	1020	3137	4157	16,3

Ergebnisse der Versuchsreihe 10 c. Tabelle 2.

Möhren.

Differenz-Düngung in Form von	Stickstoff g	Stickstoff in der Erntesubstanz: Stickstoff in je 100 g Trockensubstanz: Kraut g	Möhren g	Stickstoff in der gesammten Ernte g	Weitere Verhältnißzahlen: Auf je 100 g in der Düngung gegebenen Stickstoffs sind in der Ernte zurückgewonnen worden g	Je 1 g des in der Düngung gegebenen Stickstoffs hat an Mehrertrag erzeugt: Kraut (frisch) g	Möhren (frisch) g	Auf je 100 g Kraut sind an Möhren geerntet worden g	Auf je 100 g innerhalb dreier Jahre i. d. Düngung gegebenen Stickstoffs sind in der Ernte der 3 Jahre zurückgewonnen worden g
	0	1,31	0,52	1,809	—	—	—	495	—
salpetersaurem Natron	1,696	1,10	0,48	3,368	92	188	922	493	65
	3,392	1,22	0,56	5,168	99	185	682	409	72
schwefelsaurem Ammoniak	1,696	1,02	0,52	3,539	102	242	851	411	57
	3,392	1,24	0,56	4,965	93	165	652	429	63
Knochenmehl No. 32	1,696	1,10	0,50	2,930	66	137	638	481	37
	3,392	1,06	0,54	4,098	67	141	533	422	47
Fleischmehl No. 44	1,696	1,17	0,47	2,838	61	160	535	418	35
	3,392	1,06	0,49	3,818	59	144	509	406	39
Fischguano No. 43	1,696	0,97	0,47	2,708	53	128	673	508	35
	3,392	1,16	0,55	4,545	81	145	616	451	53
Peruguano No. 37	1,696	1,04	0,49	2,836	61	157	590	438	51
	3,392	1,13	0,52	4,230	71	152	555	412	58
Blutmehl No. 35	1,696	1,04	0,49	2,992	70	175	670	439	48
	3,392	1,04	0,52	4,195	70	167	553	387	47
Hornmehl No. 45	1,696	1,06	0,44	2,699	52	152	627	456	38
	3,392	1,11	0,52	4,208	71	167	519	374	48
Ledermehl No. 46	3,392	1,07	0,49	2,605	23	47	271	522	11
	6,784	1,25	0,52	4,025	33	66	235	411	17
Wollstaub No. 100	3,392	1,21	0,52	2,979	34	76	249	416	22
	6,784	1,29	0,55	4,319	37	76	226	370	23
Ricinuskuchenmehl No. 39	1,696	1,25	0,52	3,377	92	194	649	410	49
	3,392	1,08	0,55	4,431	77	172	556	381	43
grüner Pflanzenmasse No. 101	3,392	1,05	0,52	4,071	67	174	485	351	43
	6,784	1,21	0,61	7,250	80	152	493	363	50
Stallmist No. 102	7,225	1,11	0,52	4,474	37	85	273	377	22
	14,450	1,36	0,52	6,778	34	71	217	349	22

Versuchsreihe 12. (1887.)

51 Versuche, ausgeführt in Vegetationsgefäßen von 60 cm Durchmesser und 80 cm Höhe.

Bodenart: Lehmboden Nr. 33.

Versuchspflanzen: Hafer, Rübsen, Roggen, Lein.

Datum der Einsaat:	Datum der Erntenahme:
23. April.	Rübsen: 15. Juli.
	Roggen und Lein: 28. Juli.
	Hafer: 3. August.

Die Differenzdüngung (Stickstoff in Form von salpetersaurem Natron) wurde gegeben:

bei Hafer in 3 Portionen (23. April, 17. Mai, 17. Juni)
„ Rübsen „ 2 „ (23. April, 1. Juni)
„ Roggen „ 3 „ (23. April, 1. Juni, 17. Juni)
„ Lein „ 2 „ (23. April, 17. Juni).

Ergebnisse der Versuchsreihe 12. Tabelle 1.

Hafer, Rübsen, Roggen, Lein.

	Differenz-Düngung. Stickstoff	Erträge.						Mehrerträge.		
		Erträge der Einzelversuche an Trockensubstanz		Mittel-Erträge an Trockensubstanz		Mittel-Erträge an lufttrockener Substanz		Im Vergleich zu stickstofffreier Düngung wurde an Mehrertrag (lufttrockene Substanz) erhalten		
		Stroh	Körner	Stroh	Körner	Stroh	Körner	Stroh	Körner	Stroh + Körner
	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
Hafer	0	126,9 129,7 126,6	73,0 83,0 76,4	**127,7**	**77,4**	148,9	90,0	—	—	—
	1,69	222,4 216,9 220,7	151,0 149,2 153,4	**220,0**	**151,2**	255,8	175,8	106,9	85,8	192,7
	3,39	277,8 287,7 285,0	207,0 189,5 210,7	**283,5**	**202,4**	330,0	235,4	181,1	145,4	326,5
	5,09	317,0 338,6 323,2	247,9 236,8 240,4	**326,3**	**241,7**	379,4	281,0	230,5	191,0	421,5

	Differenz-Düngung. Stickstoff	Erträge. Erträge der Einzelversuche an Trockensubstanz		Mittel-Erträge an Trockensubstanz		Mittel-Erträge an lufttrockener Substanz		Mehrerträge. Im Vergleich zu stickstofffreier Düngung wurde an Mehrertrag (lufttrockene Substanz) erhalten		
		Stroh	Körner	Stroh	Körner	Stroh	Körner	Stroh	Körner	Stroh + Körner
	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
Rübsen	0	63,7 76,9 71,3	19,3 22,4 17,8	**70,6**	**19,8**	84,0	22,5	—	—	—
	1,13	114,4 117,3 112,7	35,9 34,9 33,7	**114,8**	**34,8**	136,7	39,5	52,7	17,0	69,7
	2,26	145,0 153,1 150,7	39,4 43,4 47,2	**149,6**	**43,3**	178,1	49,2	94,1	26,7	120,8
	3,39	181,2 186,5 180,3	58,6 57,6 58,9	**182,7**	**56,3**	217,5	64,0	133,5	41,5	175,0
Roggen	0	132,5 127,4 131,4	45,7 51,4 57,1	**130,4**	**57,4**	151,6	59,8	—	—	—
	1,69	212,4 205,5 207,6	97,8 96,2 94,8	**208,5**	**99.9**	242,4	116,2	90,8	56,4	147,2
	3,39	277,1 274,5 260,3	135,0 129,5 120,3	**270,6**	**128,3**	314,7	149,2	163,1	89,4	252,5
	5,09	311,3 313,6 315,7	162,9 159,8 163,4	**313,5**	**162,0**	364,5	188,4	212,9	128,6	341,5
Lein	0	145,5 141,4 131,8	32,9 32,4 31,6	**139,6**	**32,3**	158,6	36,7	—	—	—
	1,13	193,4 195,2 191,0	49,6 47,8 48,4	**193,2**	**48,6**	219,6	55,2	61,0	18,5	79,5
	2,26	235,9 232,6 224,4	64,2 64,2 63,2	**231,0**	**63,9**	262,5	72,6	103,9	35,9	139,8
	3,39	266,8 271,0 259,1	77,0 70,8 70,1	**265,6**	**72,6**	301,8	82,5	143,2	45,8	189,0
	4,52	291,8 292,2 284,7	77,0 81,6 78,0	**289,6**	**78,9**	329,1	89,7	170,5	53,0	223,5

Ergebnisse der Versuchsreihe 12. Tabelle 2.

Hafer, Rübsen, Roggen, Lein.

	Differenz-Düngung Stickstoff	Stickstoff in der Erntesubstanz: Stickstoff in je 100 g Trockensubstanz		Stickstoff in der gesammten Ernte	Weitere Verhältnißzahlen: Auf je 100 g in der Düngung gegebenen Stickstoffs sind in der Ernte zurückgewonnen worden	Je 1 g des in der Düngung gegebenen Stickstoffs hat an Mehrertrag erzeugt		Auf je 100 g Stroh sind an Körnern geerntet worden	Je 1 g des in der Düngung gegebenen Stickstoffs hat an Gesammt-Trockensubstanz producirt
		Stroh	Körner			Stroh (lufttrocken)	Körner (lufttrocken)		
	g	g	g	g	g	g	g	g	g
Hafer	0	0,27	1,40	**1,429**	—	—	—	61	—
	1,69	0,30	1,34	**2,686**	74	63,5	50,8	69	98
	3,39	0,29	1,50	**3,858**	72	53,5	42,9	71	83
	5,09	0,34	1,73	**5,290**	76	45,3	37,6	74	71
Rübsen	0	0,52	3,58	**1,076**	—	—	—	28	—
	1,13	0,48	3,68	**1,832**	67	46,5	15,1	30	52
	2,26	0,49	3,63	**2,305**	54	41,7	11,8	29	45
	3,39	0,49	3,74	**3,001**	57	39,4	12,3	31	44
Roggen	0	0,23	1,72	**1,114**	—	—	—	39	—
	1,69	0,31	1,74	**2,384**	75	53,7	33,4	48	75
	3,39	0,31	1,84	**3,200**	62	48,1	26,4	47	64
	5,09	0,31	1,99	**4,196**	61	41,9	25,2	52	58
Lein	0	0,29	3,99	**1,694**	—	—	—	23	—
	1,13	0,38	4,03	**2,693**	88	53,9	16,4	25	62
	2,26	0,33	4,23	**3,465**	78	45,9	15,9	28	54
	3,39	0,31	4 49	**4,083**	70	42,3	13,5	27	49
	4,52	0,53	4,67	**5,220**	78	37,7	11,7	27	44

Versuchsreihe 13. (1886.)

15 Versuche, ausgeführt auf Bodenparzellen (Durchmesser 60 cm, seitl. Abschluß bis auf 133 cm Tiefe).

Bodenart: kalkhaltiger Lehmboden Nr. 1 bis auf eine Tiefe von 50 cm.

Untergrund: steriler Sand Nr. 24a. Versuchspflanze: Hafer.

Datum der Düngung:	Datum der Einsaat:	Datum der Erntenahme:
16. April 1886.	22. April 1886.	5. August 1886.

Ergebnisse der Versuchsreihe 13. Tabelle 1.

Hafer.

	Differenz-Düngung. Stickstoff in Form von salpetersaurem Natron g	Erträge. Erträge der Einzelversuche an Trockensubstanz Stroh g	Körner g	Mittel-Erträge an Trockensubstanz Stroh g	Körner g	Mittel-Erträge an lufttrockener Substanz Stroh g	Körner g	Mehrerträge. Im Vergleich zu stickstofffreier Düngung wurde an Mehrertrag (lufttrockene Substanz) erhalten Stroh g	Körner g	Stroh + Körner g
Hafer	0	89,4 86,9 94,6	48,0 45,6 52,6	**90,3**	**48,7**	105,0	56,6	—	—	—
	0,565	130,9 120,5 140,9 131,5	74,7 69,4 77,7 66,4	**131,0**	**72,1**	152,3	83,8	47,3	27,2	74,4
	0,989	157,9 144,1 174,3 158,9	90,1 86,3 80,4 90,6	**158,8**	**86,9**	184,7	101,0	79,7	44,4	124,1
	1,414	195,2 169,6 144,4 177,8	110,4 96,3 76,8 94,2	**171,8**	**94,4**	199,8	109,8	94,8	53,2	148,0

Ergebnisse der Versuchsreihe 13. Tabelle 2.

Hafer.

	Differenz-Düngung. Stickstoff in Form von salpeters. Natron g	Stickstoff in der Erntesubstanz. Stickstoff in je 100 g Trockensubstanz Stroh g	Körner g	Stickstoff in der gesammten Ernte g	Weitere Verhältnißzahlen. Auf je 100 g in der Düngung gegebenen Stickstoffs sind in der Ernte zurückgewonnen worden g	Je 1 g des in der Düngung gegebenen Stickstoffs hat an Mehrertrag erzeugt Stroh (lufttrocken) g	Körner (lufttrocken) g	Auf je 100 g Stroh sind an Körnern geerntet worden g	Je 1 g durch die Düngung gegebenen Stickstoffs hat an Gesammt-Erntemasse (Trockensubstanz) producirt g	Das Gewicht je eines Samenkornes (auf Trockensubstanz berechnet) betrug in Milligr.
Hafer	0	0,34	1,59	**1,082**	—	—	—	54	—	24
	0,565	0,37	1,48	**1,551**	83	84	48	55	113	26
	0,989	0,31	1,41	**1,716**	64	81	45	55	108	24
	1,414	0,34	1,43	**1,934**	60	67	38	55	90	27

Versuchsreihe 14. (1886.)

36 Versuche, ausgeführt in Vegetationsgefäßen von 60 cm Durchmesser und 80 cm Höhe

Bodenart: sandiger Lehmboden Nr. 14.

Versuchspflanzen: Hafer, Rübsen, weißer Senf.

Datum der Düngung:	Datum der Einsaat:	Datum der Erntenahme:	
21. April 1886.	21. April 1886.	Rübsen: 19. Juli 1886	im reifen Zustande.
		weißer Senf: 28. Juli 1886	
		Hafer: 4. August 1886	

Ergebnisse der Versuchsreihe 14. Tabelle 1.

Hafer, Rübsen, Senf.

	Differenz-Düngung. Stickstoff in Form von salpetersaurem Natron	Erträge. Erträge der Einzelversuche an Trockensubstanz		Mittel-Erträge an Trockensubstanz		Mittel-Erträge an lufttrockener Substanz		Mehrerträge. Im Vergleich zu stickstofffreier Düngung wurde an Mehrertrag (lufttrockene Substanz) erhalten		
		Stroh	Körner	Stroh	Körner	Stroh	Körner	Stroh	Körner	Stroh + Körner
	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
Hafer		141,3	78,5							
	0	137,0	76,3	**137,1**	**74,9**	159,4	87,1	—	—	—
		133,0	69,9							
		178,8	93,1							
	0,565	194,1	102,3	**187,4**	**97,3**	217,9	113,1	58,5	26,0	84,5
		189,2	96,6							
		235,4	118,2							
	0,989	230,5	122,0	**231,3**	**116,8**	269,0	135,8	109,6	48,7	158,3
		228,0	110,2							
		278,1	141,7							
	1,414	262,1	131,5	**271,1**	**137,1**	315,2	159,4	155,8	72,3	228,1
		273,1	138,2							
Rübsen		60,8	18,3							
	0	62,4	20,9	**61,9**	**20,2**	73,7	23,0	—	—	—
		62,6	21,3							
		86,6	27,6							
	0,565	87,6	29,3	**86,5**	**29,2**	103,0	33,2	29,3	10,2	39,5
		85,3	30,7							
		105,2	37,5							
	0,989	105,0	34,2	**105,7**	**35,1**	125,8	39,9	52,1	16,9	69,0
		106,8	33,6							
		124,4	40,6							
	1,414	119,2	42,1	**125,4**	**41,9**	149,3	47,6	75,6	24,6	100,2
		132,5	42,9							

	Differenz-Düngung. Stickstoff in Form von salpeters. Natron	Erträge. Erträge der Einzelversuche an Trockensubstanz		Mittel-Erträge an Trockensubstanz		Mittel-Erträge an lufttrockener Substanz		Mehrerträge. Im Vergleich zu stickstofffreier Düngung wurde an Mehrertrag (lufttrockene Substanz) erhalten		
		Stroh	Körner	Stroh	Körner	Stroh	Körner	Stroh	Körner	Stroh + Körner
	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
Senf		70,9	17,9							
Senf	0	72,6	18,4	**67,5**	**16,3**	80,4	18,5	—	—	—
Senf		59,1	12,7							
Senf		97,3	24,4							
Senf	0,565	102,5	20,3	**97,0**	**21,8**	115,5	24,8	35,1	6,3	41,4
Senf		91,2	20,7							
Senf		122,0	26,5							
Senf	0,989	117,4	25,1	**114,7**	**24,7**	136,6	28,1	56,2	9,6	65,8
Senf		104,6	22,5							
Senf		150,0	32,1							
Senf	1,414	144,7	31,7	**140,6**	**30,0**	167,4	34,1	87,0	15,6	102,6
Senf		127,0	26,1							

Ergebnisse der Versuchsreihe 14. Tabelle 2.

Hafer, Rübsen, Senf.

	Differenz-Düngung. Stickstoff in Form von salpeters. Natron	Stickstoff in der Erntesubstanz. Stickstoff in je 100 g Trockensubstanz		Stickstoff in der gesammten Ernte	Weitere Verhältnißzahlen. Auf je 100 g in der Düngung gegebenen Stickstoffs sind in der Ernte zurückgewonnen worden	Je 1 g des in der Düngung gegebenen Stickstoffs hat an Mehrertrag erzeugt		Auf je 100 g Stroh sind an Körnern geerntet worden	Je 1 g durch die Düngung gegebenen Stickstoffs hat an Gesammt-Erntemasse (Trockensubstanz) producirt	Das Gewicht je eines Samenkornes (auf Trockensubstanz berechnet) betrug in
		Stroh	Körner			Stroh (lufttrocken)	Körner (lufttrocken)			
	g	g	g	g	g	g	g	g	g	Milligr.
Hafer	0	0,30	1,28	**1.370**	—	—	—	55	—	26
Hafer	0,565	0,26	1,27	**1 723**	62	104	46	52	129	27
Hafer	0,989	0,28	1,28	**2,143**	78	111	49	50	138	27
Hafer	1,414	0,26	1,27	**2,446**	76	110	51	51	139	27
Rübsen	0	0,61	3,20	**1,024**	—	—	—	31	—	2,0
Rübsen	0,565	0,45	3,10	**1,294**	48	52	18	32	59	1,8
Rübsen	0,989	0,43	3,07	**1,533**	51	53	17	32	59	1,9
Rübsen	1,414	0,43	3,14	**1,855**	59	53	17	32	60	1,8
Senf	0	0,43	4,18	**0.971**	—	—	—	23	—	3,5
Senf	0,565	0,40	4,18	**1 299**	58	62	11	21	62	3,5
Senf	0,989	0,37	4,19	**1,459**	49	57	10	21	56	3,6
Senf	1,414	0,38	4,15	**1,779**	57	62	11	20	61	3,7

Versuchsreihe 15. (1886.)

128 Versuche, ausgeführt in Vegetationsgefäßen von 25 cm Durchmesser und 33 cm Höhe.

Bodenart: Kalkhaltiger Lehmboden Nr. 1.

Versuchspflanzen: Gerste, Weizen, Lein, Wicken, Erbsen, Incarnatklee, Luzerne und Spörgel.

Datum der Düngung und Einsaat:	Datum der Erntenahme:
Gerste 20. April	27. Juli
Weizen 20. „	6. August
Lein 20. „	27. Juli
Wicken 20. „	22. „
Erbsen 15. Mai	22. „
Incarnatklee 20. April	8. „
Luzerne 20. „	15. Oktober.
Spörgel 20. „	6. August.

Ergebnisse der Versuchsreihe 15. Tabelle 1.

Gerste, Weizen, Lein.

	Differenz-Düngung. Stickstoff in Form von salpeters. Natron	Erträge. Erträge der Einzelversuche an Trockensubstanz		Mittel-Erträge an Trockensubstanz		Mittel-Erträge an lufttrockener Substanz		Mehrerträge. Im Vergleich zu stickstofffreier Düngung wurde an Mehrertrag (lufttrockene Substanz) erhalten		
		Stroh	Körner	Stroh	Körner	Stroh	Körner	Stroh	Körner	Stroh + Körner
	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
Gerste	0	10,0 10,4 10,6 11,3	4,5 5,4 4,4 3,7	10,6	4,5	12,3	5,2	—	—	—
Gerste	0,098	15,6 15,7 15,8 17,1	7,9 9,8 9,2 9,0	16,1	9,0	18,7	10,5	6,4	5,3	11,7
Gerste	0,172	20,5 21,2 20,0 20,7	14,9 13,2 13,2 13,3	20,6	13,7	24,0	15,9	11,7	10,7	22,4
Gerste	0,246	24,3 26,5 24,1 —	— 16,0 15,1 —	25,0	15,6	29,1	18,1	16,8	12,9	29,7

	Differenz-Düngung. Stickstoff in Form von salpeters. Natron	Erträge. Erträge der Einzelversuche an Trockensubstanz		Mittel-Erträge an Trockensubstanz		Mittel-Erträge an lufttrockener Substanz		Mehrerträge. Im Vergleich zu stickstofffreier Düngung wurde an Mehrertrag (lufttrockene Substanz) erhalten		
		Stroh	Körner	Stroh	Körner	Stroh	Körner	Stroh	Körner	Stroh + Körner
	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
Weizen	0	16,9 15,7 — 16,1	6,0 5,0 — 4,8	**16,2**	**5,3**	18,8	6,2	—	—	—
Weizen	0,098	23,9 22,9 — 25,9	9,0 8,6 — 9,3	**24,2**	**9,0**	28,1	10,5	9,3	4,3	13,6
Weizen	0,172	28,7 29,7 30,1 34,5	11,2 11,6 11,1 11,6	**30,8**	**11,4**	35,8	13,3	17,0	7,1	27,8
Weizen	0,246	35,5 37,7 34,5 32,2	15,0 15,9 14,0 12,3	**35,0**	**14,3**	40,7	16,6	21,9	10,4	37,6
Lein	0	19,8 19,3 19,4 16,7	3,9 4,0 4,0 3,2	**18,8**	**3,8**	21,4	4,3	—	—	—
Lein	0,098	25,8 26,6 26,6 —	5,5 6,0 5,7 —	**26,3**	**5,7**	29,9	6,5	8,5	2,2	10,7
Lein	0,172	31,0 31,2 31,5 —	6,9 7,2 7,0 —	**31,2**	**7,0**	35,5	8,0	14,1	3,7	17,8
Lein	0,246	37,1 36,2 37,1 37,4	8,6 8,5 8,3 8,7	**37,0**	**8,5**	42,0	9,7	20,6	5,4	26,0

Ergebnisse der Versuchsreihe 15. Tabelle 2.

Gerste, Weizen, Lein.

	Differenz-Düngung. Stickstoff in Form von salpeters. Natron	Stickstoff in der Erntesubstanz. Stickstoff in je 100 g Körner (Trockensubstanz)	Weitere Verhältnißzahlen. Je 1 g des in der Düngung gegebenen Stickstoffs hat an Mehrertrag erzeugt: Stroh (lufttrocken)	Körner (lufttrocken)	Auf je 100 g Stroh sind an Körnern geerntet worden	Je 1 g in der Düngung gegebener Stickstoff hat an Gesammt-Erntemasse (Trockensubstanz) producirt	Das Gewicht je eines Samenkornes (auf Trockensubstanz berechnet) betrug in
	g	g	g	g	g	g	mg
Gerste	0	1,40	—	—	42	—	27
	0,098	1,25	65	54	56	102	32
	0,172	1,23	68	62	66	112	34
	0,246	1,22	68	52	62	104	36
Weizen	0	2,22	—	—	33	—	27
	0,098	1,96	95	44	37	119	28
	0,172	1,84	99	41	37	120	28
	0,246	1,78	89	42	41	113	28
Lein	0	3,46	—	—	20	—	37
	0,098	3,43	87	22	22	96	37
	0,172	3,48	82	22	23	91	36
	0,246	3,51	84	22	23	93	36

Ergebnisse der Versuchsreihe 15. Tabelle 3.

Wicken, Erbsen, Incarnatklee, Luzerne, Spörgel.

	Differenz-Düngung. Stickstoff in Form von salpeters. Natron	Erträge. Erträge der Einzelversuche an Trockensubstanz	Mittel-Erträge an Trockensubstanz	Mehrerträge. Im Vergleich zu stickstofffreier Düngung wurde an Mehrertrag bezw. Minderertrag (Trockensubstanz) erhalten	Je 1 g durch die Düngung gegebener Stickstoff hat an Trockensubstanz producirt
	g	g	g	g	g
Wicken	0	103,2 94,0 133,0 92,5	**105,7**	—	—
	0,098	143,7 153,3 132,6 164,8	**148,6**	+ 42,9	438
	0,172	158,5 163,6 145,9 152,4	**155,1**	+ 49,4	287
	0,246	145,0 175,6 171,8 158,8	**162,8**	+ 57,1	232

	Differenz-Düngung. Stickstoff in Form von salpeters. Natron	Erträge. Erträge der Einzelversuche an Trockensubstanz	Mittel-Erträge an Trockensubstanz	Mehrerträge. Im Vergleich zu stickstofffreier Düngung wurde an Mehrertrag bezw. Minderertrag (Trockensubstanz) erhalten	Je 1 g durch die Düngung gegebener Stickstoff hat an Trockensubstanz producirt
	g	g	g	g	g
Erbsen	0	152,4 137,0 159,0 135,2	**145,9**	—	–
	0,098	155,5 143,6 149,4 137,0	**146,4**	+0,5	5
	0,172	127,9 172,6 131,6 167,3	**149,9**	+4,0	23
	0,246	126,2 153,7 137,5 133,6	**137,8**	−8,1	—
Incarnatklee	0	81,2 66,3 66,9 73,9	**72,1**	—	—
	0,098	87,6 94,5 — 79,6	**87,2**	+15,1	154
	0,172	85,3 92,9 95,2 83,1	**89,1**	+17,0	99
	0,246	88,6 83,8 91,7 79,6	**85,9**	+13,8	56

Differenz-Düngung. Stickstoff in Form von salpeters. Natron g		Erträge. Erträge der Einzelversuche an Trockensubstanz g	Mittel-Erträge an Trockensubstanz g	Mehrerträge. Im Vergleich zu stickstofffreier Düngung wurde an Mehrertrag bezw. Minderertrag (Trockensubstanz) erhalten g	Je 1 g durch die Düngung gegebener Stickstoff hat an Trockensubstanz producirt g
Luzerne	0	149,4 150,5 158,6 151,0	**152,4**	—	—
	0,098	149,0 158,3 146,2 159,7	**153,3**	+0,9	9
	0,172	151,0 166,8 157,7 147,3	**155,7**	+3,3	19
	0,246	146,6 164,6 149,8 158,9	**155,0**	+2,6	11
Spörgel	0	19,6 16,6 18,3 17,0	**17,9**	—	—
	0,098	26,2 27,4 27,8 28,4	**27,5**	+9,6	98
	0,172	32,0 34,6 33,3 33,5	**33,4**	+15,5	90
	0,246	42,0 40,9 37,9 37,6	**39,6**	+21,7	88

Versuchsreihe 16. (1886.)

56 Versuche, ausgeführt in Vegetationsgefäßen von 25 cm Durchmesser und 33 cm Höhe.

Bodenart: Lehmboden Nr. 3.

Versuchspflanze: Hafer.

Datum der Einsaat: 22. April. Datum der Erntenahme: 2. August.

Die Differenzdüngung (Stickstoff in Form von salpetersaurem Natron und schwefelsaurem Ammoniak) wurde bei der Einsaat gegeben, und zwar a) in größerer, b) in geringerer Vertheilung mit dem Boden. Bei den unter größerer Vertheilung des Stickstoffs ausgeführten Versuchen wurden die Düngesalze mit einer 12 cm hohen Bodenschicht gleichmäßig vermischt, welche 6 cm hoch mit ungedüngter Erde bedeckt wurde, während bei den unter geringerer Vertheilung des Stickstoffs ausgeführten Versuchen die Düngesalze auf die 6 cm unter der Oberfläche liegende Bodenschicht gestreut wurden, ohne daß eine weitere Vermengung mit dem Boden geschah.

Um zugleich den Nachweis zu erbringen, daß die von uns gewählte Aussaatstärke (1 g Haferkörner per Gefäß) eine genügende war, wurde bei den am Ende der Tabelle aufgeführten vier Versuchen die halbe Aussaatstärke (0,5 g Haferkörner per Gefäß) gegeben.

Ergebnisse der Versuchsreihe 16. Tabelle 1.

Hafer.

	Differenz-Düngung. Stickstoff	Erträge.						Mehrerträge.		
		Erträge der Einzelversuche an Trockensubstanz		Mittel-Erträge an Trockensubstanz		Mittel-Erträge an lufttrockener Substanz		Im Vergleich zu stickstofffreier Düngung wurde an Mehrertrag (lufttrockene Substanz) erhalten		
		Stroh	Körner	Stroh	Körner	Stroh	Körner	Stroh	Körner	Stroh + Körner
	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
Stickstoff in Form von salpetersaurem Natron	0	24,1 25,3 25,1 24,1	13,5 12,8 11,9 14,5	**24,7**	**13,2**	28,7	15,3	—	—	—
größere Vertheilung	0,196	44,4 45,6 42,1	24,0 22,1 23,5	**44,0**	**23,2**	51,2	27,0	22,5	11,7	34,2
größere Vertheilung	0,295	51,2 48,1 48,9	26,1 25,8 27,1	**49,4**	**26,3**	57,4	30,6	28,7	15,3	44,0
größere Vertheilung	0,393	53,5 56,2 60,9	30,5 28,4 31,4	**56,9**	**30,1**	66,2	35,0	37,5	19,7	57,2
größere Vertheilung	0,491	59,1 62,7 60,0	34,4 33,7 33,8	**60,6**	**34,0**	70,5	39,5	41,8	24,2	66,0

	Differenz-Düngung. Stickstoff	Erträge. Erträge der Einzelversuche an Trockensubstanz		Mittel-Erträge an Trockensubstanz		Mittel-Erträge an lufttrockener Substanz		Mehrerträge. Im Vergleich zu stickstofffreier Düngung wurde an Mehrertrag (lufttrockene Substanz) erhalten		
		Stroh	Körner	Stroh	Körner	Stroh	Körner	Stroh	Körner	Stroh + Körner
	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
Stickstoff in Form von salpetersaurem Natron, geringere Vertheilung	0,196	43,6 43,9 40,5	23,3 25,2 21,0	**42,7**	**23,2**	49,7	27,0	21,0	11,7	32,7
	0,295	51,9 51,5 49,6	29,6 28,7 26,9	**51,0**	**28,4**	59,3	33,0	30,6	17,7	48,3
	0,393	60,0 57,5 61,1	31,7 30,9 31,5	**59,5**	**31,4**	69,2	36,5	40,5	21,2	61,7
	0,491	62,4 66,0 64,0	35,0 36,0 36,4	**64,1**	**35,8**	74,5	41,6	45,8	26,3	72,1
Stickstoff in Form von schwefelsaurem Ammoniak, größere Vertheilung	0,196	37,5 40,5 39,5	21,1 22,8 23,4	**39,2**	**22,4**	45,6	26,0	16,9	10,7	27,6
	0,295	47,0 50,1 44,5	25,8 28,3 27,0	**47,2**	**27,0**	54,9	31,4	26,2	16,1	42,3
	0,393	— 52,0 54,3	— 29,8 29,1	**53,2**	**29,5**	61,9	34,3	33,2	19,0	52,2
	0,491	64,2 66,5 67,4	36,1 39,6 39,7	**66,0**	**38,5**	76,7	44,8	48,0	29,5	77,5

Differenz-Düngung. Stickstoff g		Erträge. Erträge der Einzelversuche an Trockensubstanz, Stroh g	Erträge der Einzelversuche an Trockensubstanz, Körner g	Mittel-Erträge an Trockensubstanz, Stroh g	Mittel-Erträge an Trockensubstanz, Körner g	Mittel-Erträge an lufttrockener Substanz, Stroh g	Mittel-Erträge an lufttrockener Substanz, Körner g	Mehrerträge. Im Vergleich zu stickstofffreier Düngung wurde an Mehrertrag (lufttrockene Substanz) erhalten, Stroh g	Körner g	Stroh + Körner g
Stickstoff in Form von schwefelsaurem Ammoniak, geringere Vertheilung	0,196	40,4 42,6 38,8	23,4 22,2 22,5	**40,6**	**22,7**	47,2	26,4	18,5	11,1	29,6
	0,295	48,4 48,2 51,7	24,9 25,6 27,2	**49,4**	**25,9**	57,4	30,1	28,7	14,8	43,5
	0,393	54,6 57,1 59,2	29,7 30,3 30,3	**57,0**	**30,1**	66,3	35,0	37,6	19,7	57,3
	0,491	63,5 64,2 64,6	32,7 35,3 35,0	**64,1**	**34,3**	74,5	39,9	45,8	24,6	70,4
	0	24,6 25,6 25,4 24,7	12,9 12,8 13,7 14,3	**25,1**	**13,4**	29,2	15,6	—	—	—

Ergebnisse der Versuchsreihe 16. Tabelle 2.

Hafer.

Differenz-Düngung. Stickstoff g			Auf je 100 g Stroh sind an Körnern geerntet worden g	Je 1 g des in der Düngung gegebenen Stickstoffs hat an Gesammt-Trockensubstanz (Körner + Stroh) producirt g	Auf je 100 g des bei Salpeterdüngung erhaltenen Mehrertrags hat die entsprechende Ammoniakdüngung ergeben: Stroh (lufttrocken) g	Körner (lufttrocken) g	Auf je 100 g des bei größerer Stickstoffvertheilung erhaltenen Mehrertrags ist bei geringerer Stickstoffvertheilung erhalten worden: Stroh (lufttrocken) g	Körner (lufttrocken) g
		0	53	—	—	—	—	—
Stickstoff in Form von salpetersf. Natron	größere Vertheilung	0,196	53	149	100	100	100	100
		0,295	53	128				
		0,393	53	125				
		0,491	56	115				
	geringere Vertheilung	0,196	54	143	100	100	106	108
		0,295	56	141				
		0,393	53	135				
		0,491	56	126				

	Differenz-Düngung. Stickstoff	Auf je 100 g Stroh sind an Körnern geerntet worden	Je 1 g des in der Düngung gegebenen Stickstoffs hat an Gesammt-Trockensubstanz (Körner + Stroh) producirt	Auf je 100 g des bei Salpeterdüngung erhaltenen Mehrertrags hat die entsprechende Ammoniakdüngung ergeben: Stroh (lufttrocken)	Körner (lufttrocken)	Auf je 100 g des bei größerer Stickstoffvertheilung erhaltenen Mehrertrags ist bei geringerer Stickstoffvertheilung erhalten worden: Stroh (lufttrocken)	Körner (lufttrocken)
	g	g	g	g	g	g	g
Stickstoff in Form von schwefels. Ammoniak, größere Vertheilung	0,196	57	121	95	106	100	100
	0,295	57	123				
	0,393	55	114				
	0,491	58	136				
Stickstoff in Form von schwefels. Ammoniak, geringere Vertheilung	0,196	56	130	95	91	105	93
	0,295	52	127				
	0,393	53	125				
	0,491	54	123				
	0	53	—	—	—	—	—

Versuchsreihe 17. (1887.)

35 Versuche, ausgeführt in Vegetationsgefäßen von 25 cm Durchmesser und 33 cm Höhe.

Bodenart: Lehmboden Nr. 33.

Versuchspflanze: Sommerroggen.

Datum der Einsaat: 25. April. Datum der Erntenahme: 25. Juli.

Die Differenzdüngung (Stickstoff in Form von salpetersaurem Natron, schwefelsaurem Ammoniak, Blutmehl und grüner Pflanzensubstanz) wurde in ganzer Menge bei der Einsaat gegeben, mit Ausnahme von salpetersaurem Natron und schwefelsaurem Ammoniak, welche zur Hälfte bei der Einsaat, zur andern Hälfte am 2. Juni gegeben wurden.

Nach Aberntung des Roggens wurden die Gefäße, ohne daß eine weitere Düngung erfolgte, mit Lein eingesäet und dieser am 29. September grün geerntet.

Ergebnisse der Versuchsreihe 17. Tabelle 1.

Sommerroggen.

Stickstoff gegeben in Form von	Differenz-Düngung. Stickstoff	Erträge. Erträge der Einzel-Versuche an Trockensubstanz		Mittel-Erträge an Trockensubstanz		Mittel-Erträge an lufttrockener Substanz		Mehrerträge. Im Vergleich zu stickstofffreier Düngung wurde an Mehrertrag (lufttrockene Substanz) erhalten		
		Stroh	Körner	Stroh	Körner	Stroh	Körner	Stroh	Körner	Stroh + Körner
	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
	0	15,2 14,7 15,5 15,2 16,2	5,0 5,6 5,7 5,1 5,1	**15,4**	**5,3**	17,9	6,2	—	—	—
salpetersaurem Natron	0,295	35,8 35,3 35,4	12,2 15,3 13,7	**35,5**	**13,7**	41,3	15,9	23,4	9,7	33,1
	0,590	48,1 48,6 49,8	19,9 22,4 20,3	**48,8**	**20,9**	56,7	24,3	38,8	18,1	56,9
schwefelsaurem Ammoniak	0,295	30,9 31,8 31,8	12,7 12,5 11,7	**31,5**	**12,3**	36,6	14,3	18,7	8,1	26,8
	0,590	47,4 49,1 48,5	20,5 19,5 20,2	**48,3**	**20,1**	56,2	23,4	38,3	17,2	55,5
Blutmehl Nr. 35	0,295	30,2 29,3 —	11,2 11,5 —	**29,8**	**11,4**	34,7	13,3	16,8	7,1	23,9
	0,590	43,0 43,5 41,6	15,6 15,6 15,5	**42,7**	**15,6**	49,7	18,1	31,8	11,9	43,7
grüner Pflanzenmasse Nr. 29	0,590	42,7 44,8 42,6	16,6 16,5 16,4	**43,4**	**16,5**	50,5	19,2	32,6	13,0	45,6
	1,180	66,4 65,9 61,0	27,8 25,6 25,0	**64,4**	**26,1**	74,9	30,3	57,0	24,1	81,1
	1,770	80,9 84,8 78,3	31,6 33,1 32,5	**81,3**	**32,4**	94,5	37,7	76,6	31,5	108,1
	2,360	92,2 92,9 92,8	38,1 36,7 37,0	**92,6**	**37,3**	107,7	43,4	89,8	37,2	127,0

Ergebnisse der Versuchsreihe 17. Tabelle 2.

Sommerroggen.

Differenz-Düngung. Stickstoff gegeben in Form von	Stickstoff g	Stickstoff in der Erntesubstanz. Stickstoff in je 100 g Trockensubstanz: Stroh g	Körner g	Stickstoff in der gesammten Ernte g	Weitere Verhältnißzahlen. Auf je 100 g in der Düngung gegebenen Stickstoffs sind in der Ernte zurückgewonnen worden g	Je 1 g des in der Düngung gegebenen Stickstoffs hat an Mehrertrag erzeugt: Stroh (lufttrocken) g	Körner (lufttrocken) g	Auf je 100 g Stroh sind an Körnern geerntet worden g	Je 1 g des in der Düngung gegebenen Stickstoffs hat an Gesammt-Trockensubstanz producirt g	Setzt man den bei Salpeterdüngung erhaltenen Mehrertrag = 100, so haben die übrigen Stickstoffdüngemittel ergeben	Setzt man die bei Salpeterdüngung erhaltene Mehrernte an Stickstoff (Stickstoff des Mehrertrags) = 100, so haben die übrigen Stickstoffdüngemittel ergeben
	0	0,35	1,58	**0,138**	—	—	—	35	—	—	—
salpetersaurem Natron	0,295	0,29	1,41	**0,296**	54	79	33	38	97	100	100
	0,590	0,29	1,49	**0,453**	53	66	31	43	83		
schwefelsaurem Ammoniak	0,295	0,28	1,41	**0,262**	42	63	27	39	78	91	85
	0,590	0,28	1,40	**0,417**	47	65	29	42	81		
Blutmehl Nr. 35	0,295	0,27	1,43	**0,243**	36	57	24	38	69	75	71
	0,590	0,34	1,42	**0,367**	39	54	20	36	64		
grüner Pflanzensubstanz Nr. 29	0,590	0,29	1,44	**0,364**	38	55	22	38	66	60	65
	1,180	0,31	1,40	**0,565**	36	48	20	40	59		
	1,770	0,34	1,57	**0,785**	37	43	18	40	52		
	2,360	0,32	1,61	**0,897**	32	38	16	40	46		

Ergebnisse der Versuchsreihe 17. Tabelle 5.

Lein als Nachfrucht.

Düngung der Vorfrucht (Der Vorfrucht Stickstoff gegeben in Form von)	Düngung der Vorfrucht. Stickstoff g	Ernte an Trockensubstanz: bei den Einzelversuchen g	Ernte an Trockensubstanz: im Mittel g	Stickstoff in je 100 g Trockensubstanz g	Stickstoff in der gesammten Ernte mg	Differenz zwischen gedüngt und ungedüngt: Trockensubstanz g	Differenz zwischen gedüngt und ungedüngt: Stickstoff mg
	0	6,4 5,6 5,3 5,7 5,6	5,7	0,97	55	—	—
salpetersaurem Natron	0,295	5,1 5,3 4,8	5,1	1,03	53	−0,6	− 2
salpetersaurem Natron	0,590	5,4 5,8 5,0	5,4	1,03	56	−0,3	+ 1
schwefelsaurem Ammoniak	0,295	5,4 5,7 4,7	5,3	0,93	49	−0,4	− 6
schwefelsaurem Ammoniak	0,590	5,4 6,5 4,9	5,6	1,03	58	−0,1	+ 3
Blutmehl	0,295	5,9 5,7 —	5,8	1,06	61	+0,1	+ 6
Blutmehl	0,590	5,0 6,2 5,3	5,5	1,13	62	−0,2	+ 7
grüner Pflanzenmasse	0,590	5,9 5,9 5,5	5,8	1,09	63	+0,1	+ 8
grüner Pflanzenmasse	1,180	7,8 8,2 6,4	7,5	1,06	80	+1,8	+25
grüner Pflanzenmasse	1,770	9,8 9,0 7,8	8,9	1,10	98	+3,2	+43
grüner Pflanzenmasse	2,360	12,3 10,9 12,8	12,0	1,06	127	+6,3	+72

Versuchsreihe 18. (1886.)

40 Versuche, ausgeführt in Vegetationsgefäßen von 25 cm Durchmesser und 33 cm Höhe.

Bodenart: kalkhaltiger Lehmboden Nr. 1.

Versuchspflanze: Hafer.

Datum der Einsaat:	Datum der Erntenahme:
24. April.	2. August.

Die Differenzdüngung (Stickstoff in Form von salpetersaurem Natron) wurde
a) bei der Einsaat (24. April),
b) zur Hälfte bei der Einsaat (24. April), zur Hälfte nach der Bestockung (29. Mai),
c) nach der Bestockung (29. Mai),
d) beim Schossen (7. Juni)
gegeben.

Ergebnisse der Versuchsreihe 18. Tabelle 1.

Hafer.

Die Stickstoffdüngung (salpeters. Natron) wurde gegeben	Differenz-Düngung. Stickstoff g	Erträge. Erträge der Einzelversuche an Trockensubstanz: Stroh g	Körner g	Mittel-Erträge an Trockensubstanz: Stroh g	Körner g	Mittel-Erträge an lufttrockener Substanz: Stroh g	Körner g	Mehrerträge. Im Vergleich zu stickstofffreier Düngung wurde an Mehrertrag (lufttrockene Substanz) erhalten: Stroh g	Körner g	Stroh + Körner g
	0	15,8 15,1 13,2 13,9	7,7 7,4 6,4 6,6	**14,5**	**7,0**	16,9	8,1	—	—	—
bei der Einsaat	0,098	21,7 23,9 23,9	10,4 10,7 13,2	**23,2**	**11,4**	27,0	13,3	10,1	5,2	15,3
bei der Einsaat	0,172	30,0 31,8 34,2	15,9 15,7 16,8	**32,0**	**16,1**	37,2	18,7	20,3	10,6	30,9
bei der Einsaat	0,246	37,1 34,6 36,7	21,2 18,4 21,1	**36,1**	**20,2**	42,0	23,5	25,1	15,4	40,5
zur Hälfte bei der Einsaat, zur Hälfte nach der Bestockung	0,098	23,9 24,8 26,0	14,1 12,1 13,8	**24,9**	**13,3**	29,0	15,5	12,1	7,4	19,5
zur Hälfte bei der Einsaat, zur Hälfte nach der Bestockung	0,172	32,1 31,0 32,3	17,1 16,2 16,3	**31,8**	**16,5**	37,0	19,2	20,1	11,1	31,2
zur Hälfte bei der Einsaat, zur Hälfte nach der Bestockung	0,246	38,6 36,8 40,3	21,1 20,6 21,4	**38,6**	**21,0**	44,9	24,4	28,0	16,3	44,3

	Differenz-Düngung. Stickstoff	Erträge. Erträge der Einzelversuche an Trockensubstanz		Mittel-Erträge an Trockensubstanz		Mittel-Erträge an lufttrockener Substanz		Mehrerträge. Im Vergleich zu stickstofffreier Düngung wurde an Mehrertrag (lufttrockene Substanz) erhalten		
		Stroh	Körner	Stroh	Körner	Stroh	Körner	Stroh	Körner	Stroh + Körner
	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
Die Stickstoffdüngung (salpeters. Natron) wurde gegeben nach der Bestockung	0,098	25,8 25,1 25,3	13,3 13,7 14,6	**25,4**	**13,9**	29,5	16,2	12,6	8,1	20,7
	0,172	31,1 26,5 29,7	16,9 14,9 18,4	**29,1**	**16,7**	33,8	19,4	16,9	11,3	28,2
	0,246	36,6 37,7 38,4	22,8 20,8 22,0	**37,6**	**21,9**	43,7	25,5	26,8	17,4	44,2
bei beginnendem Schossen	0,098	21,9 22,7 23,2	14,2 13,8 13,9	**22,6**	**14,0**	26,3	16,3	9,4	8,2	17,6
	0,172	25,6 27,2 29,4	17,0 17,9 17,1	**27,4**	**17,3**	31,9	20,1	15,0	12,0	27,0
	0,246	30,1 31,0 28,9	20,3 20,4 19,8	**30,0**	**20,2**	34,9	23,5	18,0	15,4	33,4

Ergebnisse der Versuchsreihe 18. Tabelle 2.

Hafer.

		Differenz-Düngung. Stickstoff	Je 1 g des in der Düngung gegebenen Stickstoffs hat an Mehrertrag erzeugt		Auf je 100 g Stroh sind an Körnern geerntet worden	Je 1 g des in der Düngung gegebenen Stickstoffs hat an Gesammt-Trockensubstanz (Körner + Stroh) producirt
			Stroh (lufttrocken)	Körner (lufttrocken)		
		g	g	g	g	g
Die Stickstoffdüngung (salpeters. Natron) wurde gegeben		0	—	—	48	—
	bei der Einsaat	0,098	103	53	49	134
		0,172	118	62	50	155
		0,246	102	63	56	141
	zur Hälfte bei der Einsaat, zur Hälfte nach der Bestockung	0,098	123	76	53	170
		0,172	117	65	52	156
		0,246	114	66	54	155
	nach der Bestockung	0,098	129	83	55	182
		0,172	98	66	57	141
		0,246	109	71	58	154
	beim Schossen	0,098	96	84	62	154
		0,172	87	70	63	135
		0,246	73	63	67	117

Versuchsreihe 19. (1885/86.)

20 Versuche, ausgeführt auf Bodenparzellen von 60 cm Durchmesser und bis zu 133 cm Tiefe abgegrenzt.

Bodenart: Kalkreicher Lehmboden Nr. 9.

Versuchspflanze: Winterroggen.

Datum der Einsaat: 15. October 1885. Datum der Erntenahme: 15. Juli 1886.

Die Differenzdüngung (Stickstoff in Form von salpetersaurem Natron und schwefelsaurem Ammoniak) wurde in folgender Weise gegeben:

	Stickstoff pro Parzelle von 2827 □cm.			Stickstoff pro Hektar gerechnet.		
	Salpeterstickstoff		Ammoniakstickstoff	Salpeterstickstoff		Ammoniakstickstoff
	im Herbst bei der Einsaat gegeben	im Frühjahr (23. März) als Kopfdüngung gegeben	im Herbst bei der Einsaat gegeben	im Herbst bei der Einsaat gegeben	im Frühjahr (23. März) als Kopfdüngung gegeben	im Herbst bei der Einsaat gegeben
	g	g	g	Kilo	Kilo	Kilo
1. a	—	—	—	—	—	—
b	—	0,565	—	—	20	—
c	—	0,848	—	—	30	—
d	—	1,130	—	—	40	—
e	—	1,413	—	—	50	—
2. a	—	—	—	—	—	—
b	—	—	0,565	—	—	20
c	—	—	0,848	—	—	30
d	—	—	1,130	—	—	40
e	—	—	1,413	—	—	50
3. a	—	—	—	—	—	—
b	—	0,283	0,283	—	10	10
c	—	0,565	0,283	—	20	10
d	—	0,848	0,283	—	30	10
e	—	1,130	0,283	—	40	10
4. a	—	—	—	—	—	—
b	0,283	0,283	—	10	10	—
c	0,283	0,565	—	10	20	—
d	0,283	0,848	—	10	30	—
e	0,283	1,130	—	10	40	—

Ergebnisse der Versuchsreihe 19. Tabelle 1.
Winterroggen.

Differenz-Düngung. Stickstoff g	Erträge an Trockensubstanz Stroh g	Erträge an Trockensubstanz Körner g	Erträge an lufttrockener Substanz Stroh g	Erträge an lufttrockener Substanz Körner g	Mehrerträge. Im Vergleich zu stickstofffreier Düngung wurde an Mehrertrag (lufttrockene Substanz) erhalten Stroh g	Körner g	Stroh + Körner g
0	78,9	40,6					
	76,7	41,1					
	81,5	42,4					
	73,6	38,5					
	77,7	**40,7**	**90,3**	**47,3**	—	—	—
Salpeterstickstoff im Frühjahr gegeben 0,565	121,5	51,8	141,3	60,2	51,0	12,9	63,9
0,848	135,6	56,2	157,7	65,3	67,4	18,0	85,4
1,130	165,2	66,8	192,1	77,7	101,8	30,4	132,2
1,413	181,2	73,0	210,7	84,9	120,4	37,6	158,0
Ammoniakstickstoff im Herbst gegeben 0,565	85,4	47,1	99,3	54,8	9,0	7,5	16,5
0,848	90,1	42,8	104,8	49,8	14,5	2,5	17,0
1,130	103,2	44,0	120,0	51,2	29,7	3,9	33,6
1,413	89,1	40,5	103,6	47,1	13,3	—0,2	13,1
Ammoniakstickstoff im Herbst, Salpeterstickstoff im Frühjahr gegeben 0,565	105,7	47,2	122,9	54,9	32,6	7,6	40,2
0,848	125,3	51,6	145,7	60,0	55,4	12,7	68,1
1,130	150,1	56,1	174,5	65,2	84,2	17,9	102,1
1,413	157,4	65,2	183,0	75,8	92,7	28,5	121,2
Salpeterstickstoff theils im Herbst, theils im Frühjahr gegeben 0,565	113,7	47,2	132,2	54,9	41,9	7,6	49,5
0,848	123,7	51,8	143,8	60,2	53,5	12,9	66,4
1,130	150,5	60,2	175,0	70,0	84,7	22,7	107,4
1,413	158,1	65,5	183,8	76,2	93,5	28,9	122,4

Ergebnisse der Versuchsreihe 19. Tabelle 2.

Winterroggen.

Differenz-Düngung.	Stickstoff	Stickstoff in der Erntesubstanz. Stickstoff in je 100 g Trockensubstanz: Stroh	Körner	Stickstoff in der gesammten Ernte	Weitere Verhältnißzahlen. Auf je 100 g in der Düngung gegebenen Stickstoffs sind in der Ernte zurückgewonnen worden	Je 1 g des in der Düngung gegebenen Stickstoffs hat an Mehrertrag erzeugt: Stroh (lufttrocken)	Körner (lufttrocken)	Auf je 100 g Stroh sind an Körnern geerntet worden	Je 1 g des in der Düngung gegebenen Stickstoffs hat an Gesammt-Trockensubstanz (Körner + Stroh) producirt	Auf je 100 g des bei der Salpeterfrühjahrsdüngung erhaltenen Mehrertrags haben die übrigen Düngungen ergeben: Stroh (lufttrocken)	Körner (lufttrocken)	Auf je 100 g des bei der Salpeter-Frühjahrsdüngung geernteten Stickstoffs (Stickstoff des Mehrertrags) haben die übrigen Düngungen ergeben
	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
	0	0,39	1,69									
		0,36	1,75									
		0,41	1,83									
		0,39	1,79									
		0,39	1,77	1,023	—	—	—	52	—	—	—	—
Salpeterstickstoff im Frühjahr gegeben	0,565	0,34	1,51	1,195	39	86	25	41	95	100	100	100
	0,848	0,35	1,44	1,284								
	1,130	0,30	1,50	1,498								
	1,413	0,35	1,39	1,649								
Ammoniakstickstoff im Herbst gegeben	0,565	0,43	1,74	1,187	5	17	3	47	17	20	14	12
	0,848	0,38	1,67	1,057								
	1,130	0,33	1,57	1,031								
	1,413	0,37	1,67	1,006								
Ammoniakstickstoff im Herbst, Salpeter-Stickstoff im Frühjahr gegeben	0,565	0,35	1,59	1,120	27	67	17	41	72	78	67	70
	0,848	0,38	1,48	1,240								
	1,130	0,34	1,50	1,352								
	1,413	0,32	1,46	1,456								
Salpeterstickstoff theils im Frühjahr, theils im Herbst gegeben	0,565	0,38	1,58	1,178	29	69	18	41	75	80	73	75
	0,848	0,33	1,55	1,211								
	1,130	0,32	1,51	1,391								
	1,413	0,32	1,47	1,469								

Versuchsreihe 27. (1887.)

68 Versuche, ausgeführt in Vegetationsgefäßen von 20 cm Durchmesser und 20 cm Höhe.
Bodenart: geglühter Sand Nr. 35.
Versuchspflanzen: Roggen, Rübsen, Erbsen.
Datum der Einsaat: 13. Juli.
Datum der Erntenahme: Rübsen 27. August.
Roggen 13. September.
Erbsen 14. September.

Von der Differenzdüngung (Stickstoff in Form von salpetersaurem Natron, bezw. schwefelsaurem Ammoniak) wurde den zu düngenden Gefäßen je 0, 5 g N am 22. Juli zugeführt, während der Rest von 0, 25 bezw. 0, 5 g N, am 2. August nachgegeben wurde.

Ergebnisse der Versuchsreihe 27. Tabelle 1.

Roggen, Rübsen, Erbsen.

		Differenz-Düngung. Stickstoff g	Erträge. Erträge der Einzel-Versuche an oberirdischer Pflanzensubstanz (Trockensubstanz) g	Mittel-Erträge an Trockensubstanz. Oberirdische Pflanzensubstanz g	Wurzeln g	Mehrerträge. Im Vergleich zu stickstofffreier Düngung wurde ein Mehrertrag an oberirdischer Pflanzenmasse (Trockensubstanz) erhalten g	Setzt man den bei Salpeterdüngung erhaltenen Mehrertrag an oberirdischer Pflanzenmasse = 100, so hat die entspr. Ammoniakdüngung ergeben	Wasserverbrauch. Während der Vegetationsdauer wurde an Wasser verbraucht bei den Einzel-Versuchen Liter	im Mittel Liter
Roggen		0	19,9 20,6 19,5 20,6 24,3	21,0	5,7	—	—	14,2 13,7 13,3 13,9 16,5	14,3
	Stickstoff gegeben in Form von salpeters. Natron.	0,5	52,3 64,7 55,2	57,4	12,2	36,4	100	28,2 32,6 28,4	29,7
		0,75	68,8 66,4 64,2	66,5	12,4	45,5	100	34,6 31,2 30,3	32,0
		1,0	74,5 78,2 75,4	76,0	16,7	55,0	100	35,2 36,7 35,8	35,9

Pflanze	Differenz-Düngung	Stickstoff g	Erträge. Erträge der Einzel-Versuche an oberirdischer Pflanzensubstanz (Trockensubstanz) g	Erträge. Mittel-Erträge an Trockensubstanz: Oberirdische Pflanzensubstanz g	Erträge. Mittel-Erträge an Trockensubstanz: Wurzeln g	Mehrerträge. Im Vergleich zu stickstofffreier Düngung wurde ein Mehrertrag an oberirdischer Pflanzenmasse (Trockensubstanz) erhalten g	Mehrerträge. Setzt man den bei Salpeterdüngung erhaltenen Mehrertrag an oberirdischer Pflanzenmasse = 100, so hat die entspr. Ammoniakdüngung ergeben	Wasserverbrauch. Während der Vegetationsdauer wurde an Wasser verbraucht: bei den Einzel-Versuchen Liter	Wasserverbrauch. im Mittel Liter
Roggen	Stickstoff gegeben in Form von schwefelf. Ammoniak	0,5	48,2 51,1 53,8	**51,0**	**12,4**	30,0	82	25,4 27,4 29,0	**27,3**
		0,75	55,4 60,9 62,5	**59,6**	**12,5**	38,6	85	30,6 30,3 32,1	**31,0**
		1,0	66,8 59,8 67,0	**64,5**	**12,3**	43,5	79	31,9 28,2 31,7	**30,6**
Rübsen		0	13,1 12,7 12,6 13,2 11,8	**12,7**	**2,0**	—	—	10,6 10,0 10,1 9,5 9,9	**10,0**
	Stickstoff gegeben in Form von salpeterf. Natron	0,5	37,9 41,2 43,7	**40,9**	**3,7**	28,2	100	22,0 22,5 22,7	**22,4**
		0,75	49,6 47,6 51,5	**49,6**	**4,2**	36,9	100	25,8 25,0 24,9	**25,2**
		1,0	45,4 50,1 48,6	**48,0**	**5,2**	35,3	100	24,7 25,7 25,2	**25,2**
	Stickstoff gegeben in Form von schwefelf. Ammoniak	0,5	34,6 36,4 36,8	**35,9**	**3,4**	23,2	82	20,5 20,7 20,9	**20,7**
		0,75	47,7 39,3 44,0	**43,7**	**3,7**	31,0	84	22,9 21,8 22,8	**22,5**
		1,0	45,2 42,7 40,4	**42,8**	**3,2**	30,1	85	23,5 23,4 23,2	**23,4**

Pflanze	Differenz-Düngung Stickstoff g	Erträge: Erträge der Einzel-Versuche an oberirdischer Pflanzensubstanz (Trockensubstanz) g	Erträge: Mittel-Erträge an Trockensubstanz: Oberirdische Pflanzensubstanz g	Erträge: Mittel-Erträge an Trockensubstanz: Wurzeln g	Mehrerträge: Im Vergleich zu stickstofffreier Düngung wurde ein Mehrertrag an oberirdischer Pflanzenmasse (Trockensubstanz) erhalten g	Mehrerträge: Setzt man den bei Salpeterdüngung erhaltenen Mehrertrag an oberirdischer Pflanzenmasse = 100, so hat die entspr. Ammoniakdüngung ergeben	Wasserverbrauch: Während der Vegetationsdauer wurde an Wasser verbraucht bei den Einzel-Versuchen Liter	Wasserverbrauch: im Mittel Liter
Erbsen	0	55,9 50,8 52,3 51,8	52,7	7,1	—	—	25,5 25,0 24,0 23,6	24,5
Erbsen; Stickstoff gegeben in Form von salpeters. Natron	0,5	71,3 75,5 64,0	70,3	9,8	17,6	—	32,0 32,8 29,2	31,3
	0,75	76,0 71,2 72,2	73,1	10,4	20,4	—	32,4 30,4 31,2	31,0
	1,0	71,3 65,5 74,2	70,3	9,9	17,6	—	30,0 27,9 29,9	29,3
Erbsen; Stickstoff gegeben in Form von schwefels. Ammoniak	0,5	61,2 62,8 —	62,0	7,8	9,3	—	27,1 27,6 —	27,4
	0,75	68,9 69,7 65,4	68,0	8,2	15,3	-	28,4 29,2 26,7	28,1
	1,0	57,6 63,2 —	60,4	8,3	7,7	—	26,7 28,9 —	27,8

Ergebnisse der Versuchsreihe 27. Tabelle 2.

Roggen, Rübsen, Erbsen.

	Differenz-Düngung. Stickstoff g	Stickstoff in der Erntesubstanz. Stickstoff in je 100 g Trockensubstanz. Oberirdische Substanz g	Wurzeln g	Stickstoff in der gesammten Ernte g	Weitere Verhältnißzahlen. Auf je 100 g in der Düngung gegebenen Stickstoffs sind in der Ernte zurückgewonnen worden g	Auf je 100 g in der oberirdischen Substanz geernteten Stickstoffs sind in der Wurzelsubstanz enthalten gewesen Stickstoff g	Setzt man den bei Salpeterdüngung erhaltenen Mehrertrag an Stickstoff (Stickstoff im Mehrertrage der oberirdischen und unterirdischen Pflanzensubstanz) = 100, so hat die entspr. Ammoniakdüngung ergeben Stickstoff	Auf je 100 g oberirdischer Pflanzensubstanz sind an Wurzelsubstanz geerntet worden g
Roggen — Stickstoff gegeben in Form von	0	0,75	0,59	**0,263**	—	67	—	27
salpeters. Natron	0,5	0,87	0,49	**0,693**	86	39	100	21
	0,75	0,95	0,63	**0,840**	77	33	100	19
	1,0	0,98	0,56	**0,978**	72	31	100	22
schwefels. Ammoniak	0,5	0,91	0,54	**0,633**	74	36	86	24
	0,75	1,03	0,62	**0,784**	69	28	90	21
	1,0	1,11	0,67	**0,930**	67	30	93	19
Rübsen — Stickstoff gegeben in Form von	0	1,03	0,55	**0,183**	—	40	—	16
salpeters. Natron	0,5	1,30	0,62	**0,624**	88	17	100	9
	0,75	1,42	0,78	**0,808**	83	15	100	8
	1,0	1,79	0,87	**0,993**	81	16	100	11
schwefels. Ammoniak	0,5	1,32	0,50	**0,549**	73	16	83	9
	0,75	1,50	0,58	**0,746**	75	14	90	8
	1,0	1,97	0,60	**0,964**	78	14	96	7
Erbsen — Stickstoff gegeben in Form von	0	2,99	2,69	**1,896**	—	20	—	13
salpeters. Natron	0,5	3,17	2,62	**2,672**	—	20	—	14
	0,75	2,67	2,67	**2,416**	—	24	—	14
	1,0	2,80	2,86	**2,411**	—	23	—	14
schwefels. Ammoniak	0,5	2,93	2,83	**2,191**	—	21	—	13
	0,75	2,98	3,04	**2,421**	—	20	—	12
	1,0	2,55	2,85	**1,913**	—	24	—	14

Versuchsreihe 29. (1887.)

21 Versuche, ausgeführt in Vegetationsgefäßen von 20 cm Durchmesser und 20 cm Höhe.

Bodenart: Lehmboden Nr. 33.

Versuchspflanze: Rübsen.

Datum der Einsaat: 13. Juli. Datum der Erntenahme: 22. August.

Die Differenzdüngung (Stickstoff in Form von salpetersaurem Natron und zwei verschiedenen Guanosorten) wurde bei der Einsaat gegeben.

Der Rübsen wurde geerntet, als bei sämmtlichen Düngungen ein deutlicher Stickstoffhunger wahrzunehmen war, und dann sofort Lein eingesäet, dessen Erntenahme am 18. October erfolgte. Der Lein erhielt keine weitere Stickstoffdüngung.

Ergebnisse der Versuchsreihe 29. Tabelle 1.

Rübsen.

Differenz-Düngung. Stickstoff in Form von	g	Erträge der Einzelversuche an Trockensubstanz g	Mittel-Erträge an Trockensubstanz g	Mehrerträge gegen stickstofffreie Düngung g	Stickstoff in je 100 g Trockensubstanz g	Stickstoff in der gesammten Ernte g	Je 1 g des in der Düngung gegebenen Stickstoffs hat an Trockensubstanz producirt g	Auf je 100 g in der Düngung gegebenen Stickstoffs sind in der Ernte zurückgewonnen worden g	Auf je 100 g des bei Salpeterdüngung erhaltenen Mehrertrags haben die entsprechenden Guanodüngungen ergeben g	Auf je 100 g des bei Salpeterdüngung geernteten Stickstoffs (Stickstoff des Mehrertrags) haben die entsprechenden Guanodüngungen ergeben g
	0	4,1 3,7 4,4	**4,1**	—	1,13	0,046	—	—	—	—
salpetersaurem Natron	0,5	28,0 31,1 30,0	**29,7**	25,6	1,25	0,371	51	65	100	100
salpetersaurem Natron	1,0	43,9 — 40,0	**42,0**	37,9	1,61	0,676	38	63		
Peruguano No. 3	0,5	24,4 23,8 23,5	**23,9**	19,8	1,27	0,304	40	52	88	86
Peruguano No. 3	1,0	37,0 41,4 42,6	**40,3**	36,2	1,52	0,613	36	57		
Peruguano No. 4	0,5	26,8 24,8 23,4	**25,0**	20,9	1,21	0,303	42	51	94	87
Peruguano No. 4	1,0	44,0 40,6 43,6	**42,7**	38,6	1,45	0,619	39	57		

Ergebnisse der Versuchsreihe 29. Tabelle 2.

Lein als Nachfrucht.

Düngung der Vorfrucht. in Form von	Stickstoff g	Ernte an Trockensubstanz: bei den Einzelversuchen g	Ernte an Trockensubstanz: im Mittel g	Stickstoff in je 100 g Trockensubstanz g	Stickstoff in der gesammten Ernte mg	Mehrerträge gegen ungedüngt: Trockensubstanz g	Mehrerträge gegen ungedüngt: Stickstoff mg	Je 1 g des in der Düngung gegebenen Stickstoffs hat an Gesammt-Trockensubstanz (Rübsen + Lein) producirt g	Auf je 100 g in der Düngung gegebenen Stickstoffs sind in den beiden Ernten (Rübsen + Lein) zurückgewonnen worden g	Auf je 100 g des bei Salpeterdüngung erhaltenen Gesammt-Mehrertrags (Rübsen + Lein) haben die entsprechenden Guanodüngungen ergeben g	Auf je 100 g des bei Salpeterdüngung geernteten Stickstoffs (Stickstoff des Gesammt-Mehrertrags) haben die entsprechenden Guanodüngungen ergeben g
	0	2,1 2,1 1,9	**2,0**	1,53	31	—	—	—	—	—	—
salpeters. Natron	0,5	2,7 3,0 3,1	**2,9**	1,60	46	0,9	15	53	68	100	100
	1,0	3,4 — 3,6	**3,5**	1,85	65	1,5	34	39	66		
Peruguano No. 3	0,5	3,1 2,5 3,7	**3,1**	1,60	50	1,1	19	42	55	91	88
	1,0	5,2 4,6 4,4	**4,7**	1,59	75	2,7	44	39	61		
Peruguano No. 4	0,5	3,1 3,0 3,2	**3,1**	1,51	47	1,1	16	44	55	95	88
	1,0	4,3 3,9 3,5	**3,9**	1,72	67	1,9	36	41	61		

Versuchsreihe 30a. (1887/88.)

20 Versuche, ausgeführt auf Bodenparzellen (Durchmesser 60 cm, seitliche Abgrenzung bis zu 133 cm Tiefe).

Bodenart: Lehmboden Nr. 33.

Versuchspflanzen: { Weißer Senf zur Gründüngung.
Sommerweizen als abzuerntende Hauptfrucht.

Datum der Einsaat:	Datum der Erntenahme:
Weißer Senf: 16. August 1887.	26. October 1887.
Sommerweizen: 18. April 1888.	14. August 1888.

Im August 1887 wurde auf allen Parzellen weißer Senf eingesäet, welcher im October geschnitten und als Gründüngung für die nächstjährige Hauptfrucht untergebracht wurde. Die Differenz-Düngung (Stickstoff in Form von salpetersaurem Natron) wurde theils dem weißen Senf gegeben, theils der Hauptfrucht direct zugeführt.

Die Ernte- und Analysenergebnisse waren beim Senf im Mittel die folgenden:

Differenz-Düngung.	Stickstoff g	Erträge an grüner Substanz g	Erträge an Trocken-substanz g	Stickstoff in je 100 g Trocken-substanz g	Stickstoff in der gesammten Ernte g
	0	447	86,7	2,29	1,985
Stickstoff in Form von salpetersaurem Natron gegeben	2,5	1009	188,5	2,54	4,788
	5,0	1642	273,8	2,79	7,639
	7,5	2054	314,1	2,98	9,360
	10,0	2436	339,4	3,08	10,454

Ergebnisse der Versuchsreihe 30a. Tabelle 1.

Sommerweizen.

Differenz-Düngung. Stickstoff g		Erträge. Erträge der Einzelversuche an Trockensubstanz: Stroh g	Körner g	Mittel-Erträge an Trockensubstanz: Stroh g	Körner g	Mittel-Erträge an lufttrockener Substanz: Stroh g	Körner g	Mehrerträge. Im Vergleich zu stickstofffreier Düngung wurde an Mehrertrag (lufttrockene Substanz) erhalten: Stroh g	Körner g	Stroh + Körner g
	0	85,6 79,5 86,0 80,8	40,5 42,8 45,1 40,1	**83,0**	**42,1**	96,5	49,0	—	—	—
Stickstoff in Form von salpetersaurem Natron, im Herbst dem weißen Senf gegeben	2,5	92,1 98,8	49,3 51,6	**95,5**	**50,5**	111,0	58,7	14,5	9,7	24,2
	5,0	125,4 119,3	64,0 61,4	**122,4**	**62,7**	142,3	72,9	45,8	23,9	69,7
	7,5	156,6 164,5	87,5 89,2	**160,6**	**88,4**	186,7	102,8	90,2	53,8	144,0
	10,0	194,3 188,2	108,5 101,2	**191,3**	**104,9**	222,4	122,0	125,9	73,0	198,9
Stickstoff in Form von salpetersaurem Natron, im Frühjahr dem Sommerweizen direct gegeben	2,5	215,5 219,3	111,1 108,5	**217,4**	**109,8**	252,8	127,7	156,3	78,7	235,0
	5,0	278,6 267,2	161,1 155,2	**272,9**	**158,2**	317,3	184,0	220,8	135,0	355,8
	7,5	301,8 297,3	193,6 176,4	**299,6**	**185,0**	348,4	215,1	251,9	166,1	418,0
	10,0	301,5 312,7	186,6 190,0	**307,1**	**188,3**	357,1	219,0	260,6	170,0	430,6

Ergebnisse der Versuchsreihe 30a. Tabelle 2.

Sommerweizen.

	Differenz-Düngung. Stickstoff	Stickstoff in der Erntesubstanz. Stickstoff in je 100 g Trockensubstanz: Stroh	Körner	Stickstoff in der gesammten Ernte	Weitere Verhältnißzahlen. Auf je 100 g in der Düngung gegebenen Stickstoffs sind in der Ernte zurückgewonnen worden	Je 1 g des in der Düngung gegebenen Stickstoffs hat an Mehrertrag erzeugt: Stroh (lufttrocken)	Körner (lufttrocken)	Auf je 100 g Stroh sind an Körnern geerntet worden
	g	g	g	g	g	g	g	g
	0	0,48	2,01	**1,245**	—	—	—	51
Stickstoff in Form von salpetersaurem Natron im Herbst dem weißen Senf gegeben	2,5	0,38	1,89	**1,317**	3	6	4	53
	5,0	0,38	1,87	**1,638**	8	9	5	51
	7,5	0,34	1,80	**2,137**	12	12	7	55
	10,0	0,38	1,77	**2,584**	13	13	7	55
im Frühjahr dem Sommerweizen direct gegeben	2,5	0,37	1,74	**2,715**	59	63	31	51
	5,0	0,41	2,10	**4,441**	64	44	27	58
	7,5	0,53	2,40	**6,028**	64	34	22	62
	10,0	0,68	2,77	**7,304**	61	26	17	61

Versuchsreihe 31a. (1887/88.)

20 Versuche, ausgeführt in Vegetationsgefäßen von 25 cm Durchmesser und 33 cm Höhe.

Bodenart: Lehmboden Nr. 33.

Versuchspflanzen: { Weißer Senf zur Gründüngung.
Sommerweizen als abzuerntende Hauptfrucht.

Datum der Einsaat:	Datum der Erntenahme:
Weißer Senf: 5. September 1887.	30. November 1887.
Sommerweizen: 28. April 1888.	14. August 1888.

Diese Versuchsreihe wurde in gleicher Weise ausgeführt wie die Versuchsreihe 30a (S. 391).

An grüner Senfsubstanz wurde im Mittel geerntet:
bei einer Düngung von:

0 g Stickstoff = 41 g
0,5 „ „ = 113 „
1,0 „ „ = 276 „ } haben einige Wochen im
1,5 „ „ = 346 „ } Gewächshaus gestanden.
2,0 „ „ = 420 „

Ergebnisse der Versuchsreihe 31a. Tabelle 1.

Sommerweizen.

	Differenz-Düngung. Stickstoff	Erträge. Erträge der Einzelversuche an Trockensubstanz		Mittel-Erträge an Trockensubstanz		Mittel-Erträge an lufttrockener Substanz		Mehrerträge. Im Vergleich zu stickstofffreier Düngung wurde an Mehrertrag (lufttrockene Substanz) erhalten		
		Stroh	Körner	Stroh	Körner	Stroh	Körner	Stroh	Körner	Stroh + Körner
	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
	0	14,9 15,3 16,7 15,1	7,8 7,9 7,7 7,6	**15,5**	**7,8**	18,0	9,1	—	—	—
Stickstoff in Form von salpetersaurem Natron im Herbst dem weißen Senf gegeben	0,5	29,6 32,3	15,7 16,4	**31,0**	**16,1**	36,0	18,7	18,0	9,6	27,6
	1,0	46,9 47,2	25,5 20,3	**47,1**	**22,9**	54,8	26, 6	36,8	17,5	54,3
	1,5	66,5 71,6	35,1 37,3	**69,1**	**36,2**	80,3	42,1	62,3	33,0	95,3
	2,0	96,9 96,9	46,4 48,2	**96,9**	**47,3**	112,7	55,0	94,7	45,9	140,6
Stickstoff in Form von salpetersaurem Natron im Frühjahr dem Sommerweizen direct gegeben	0,5	44,7 39,7	22,7 23,5	**42,2**	**23,1**	49,1	26,9	31,1	17,8	48,9
	1,0	71,9 70,0	38,4 38,3	**71,0**	**38,4**	82,6	44,7	64,6	35,6	100,2
	1,5	94,2 92,5	43,4 43,3	**93,4**	**43,4**	108,6	50,5	90,6	41,4	132,0
	2,0	110,2 106,2	50,6 53,7	**108,2**	**52,2**	125,8	60,7	107,8	51,6	159,4

Ergebnisse der Versuchsreihe 31a. Tabelle 2.

Sommerweizen.

Differenz-Düngung. Stickstoff g			Stickstoff in der Erntesubstanz: Stickstoff in je 100 g Trockensubstanz: Stroh g	Körner g	Stickstoff in der gesammten Ernte g	Weitere Verhältnißzahlen: Auf je 100 g in der Düngung gegebenen Stickstoffs sind in der Ernte zurückgewonnen worden g	Je 1 g des in der Düngung gegebenen Stickstoffs hat an Mehrertrag erzeugt: Stroh (lufttrocken) g	Körner (lufttrocken) g	Auf je 100 g Stroh sind an Körnern geerntet worden g
		0	0,32	1,68	**0,181**	—	—	—	51
Stickstoff in Form von salpetersaurem Natron	im Herbst dem weißen Senf gegeben	0,5	0,31	1,60	**0,354**	35	36	19	52
		1,0	0,31	1,68	**0,531**	35	37	18	49
		1,5	0,31	1,69	**0,826**	43	42	22	52
		2,0	0,31	1,73	**1,119**	47	47	23	49
	im Frühjahr dem Sommerweizen direct gegeben	0,5	0,31	1,60	**0,500**	64	62	36	55
		1,0	0,31	1,63	**0,846**	67	65	36	54
		1,5	0,36	1,93	**1,174**	66	60	28	47
		2,0	0,42	2,13	**1,566**	69	54	26	48

Versuchsreihe 31b. (1888/89.)

20 Versuche, ausgeführt in dem bei der Versuchsreihe 31a benutzten Boden.

Versuchspflanzen: { Weißer Senf zur Gründüngung. / Hafer als abzuerntende Hauptfrucht.

Datum der Einsaat:	Datum der Erntenahme:
Weißer Senf: 14. August 1888.	26. September 1888.
Hafer: 6. April 1889.	16. Juli 1889.

Der weiße Senf lieferte an grüner Pflanzensubstanz:
bei einer Düngung von:

0,5 g Stickstoff = 109 g
1,0 „ „ = 212 „
1,5 „ „ = 340 „
2,0 „ „ = 444 „.

Ergebnisse der Versuchsreihe 31b. Tabelle 1.

Hafer.

	Differenz-Düngung. Stickstoff g	Erträge. Erträge der Einzelversuche an Trockensubstanz Stroh g	Körner g	Mittel-Erträge an Trockensubstanz Stroh g	Körner g	Mittel-Erträge an lufttrockener Substanz Stroh g	Körner g	Mehrerträge. Im Vergleich zu stickstofffreier Düngung wurde an Mehrertrag (lufttrockene Substanz) erhalten Stroh g	Körner g	Stroh + Körner g
	0	10,2 10,5 8,9 9,7	5,4 5,0 4,5 5,2	**9,8**	**5,0**	11,4	5,8	--	—	—
Stickstoff in Form von salpetersaurem Natron im Herbst dem weißen Senf gegeben	0,5	18,8 17,5	12,0 10,0	**18,2**	**11,0**	21,2	12,8	9,8	7,0	16,8
	1,0	33,4 32,2	22,8 21,6	**32,8**	**22,2**	38,1	25,8	26,7	20,0	46,7
	1,5	53,4 52,5	35,7 37,3	**53,0**	**36,5**	61,6	42,4	50,2	36,6	86,8
	2,0	68,5 73,6	50,0 53,5	**71,1**	**51,8**	82,7	60,2	71,3	54,4	125,7
Stickstoff in Form von salpetersaurem Natron im Frühjahr dem Hafer direct gegeben	0,5	55,4 54,7	31,1 32,8	**55,1**	**32,0**	64,1	37,2	52,7	31,4	84,1
	1,0	95,0 97,8	63,5 64,0	**96,4**	**63,8**	112,1	74,2	100,7	68,4	169,1
	1,5	131,4 133,8	93,9 93,2	**132,6**	**93,6**	154,2	108,8	142,8	103,0	245,8
	2,0	163,9 170,5	126,3 123,3	**167,2**	**124,8**	194,4	145,1	183,0	139,3	322,3

Ergebnisse der Versuchsreihe 31b. Tabelle 2.
Hafer.

Differenz-Düngung. Stickstoff		Stickstoff in der Erntesubstanz. Stickstoff in je 100 g Trockensubstanz: Stroh	Körner	Stickstoff in der gesammten Ernte	Weitere Verhältnißzahlen. Auf je 100 g in der Düngung gegebenen Stickstoffs sind in der Ernte zurückgewonnen worden	Je 1 g des in der Düngung gegebenen Stickstoffs hat an Mehrertrag erzeugt: Stroh (lufttrocken)	Körner (lufttrocken)	Auf je 100 g Stroh sind an Körnern geerntet worden
	g	g	g	g	g	g	g	g
	0	0,31	1,44	**0,102**	—	—	—	51
Stickstoff in Form von salpetersaurem Natron im Herbst dem weißen Senf gegeben	0,5	0,30	1,37	**0,205**	21	20	14	60
	1,0	0,26	1,39	**0,394**	29	27	20	68
	1,5	0,27	1,23	**0,592**	33	33	24	69
	2,0	0,27	1,22	**0,824**	36	36	27	73
Stickstoff in Form von salpetersaurem Natron im Frühjahr dem Hafer direct gegeben	0,5	0,28	1,12	**0,513**	82	105	63	58
	1,0	0,27	1,10	**0,962**	86	101	68	66
	1,5	0,27	1,12	**1,406**	87	95	69	71
	2,0	0,28	1,12	**1,866**	88	92	70	75

Versuchsreihe 34a. (1888.)

90 Versuche, ausgeführt auf Bodenparzellen (Durchmesser 60 cm, seitliche Abgrenzung bis zu 133 cm Tiefe).

Bodenart: Lehmboden Nr. 43.

Versuchspflanzen: Feldbuschbohnen, Pferdebohnen, Hafer, Gerste, Weizen, Tabak, Lathyrus, Kartoffeln, Möhren.

Datum der Einsaat:	Datum der Erntenahme:
26. April.	Hafer, Gerste, Weizen: 20. August.
Tabak am 6. Juni gepflanzt.	Buschbohnen, Möhren, Kartoffeln: 30. August.
	Pferdebohnen: 3. September.
	Tabak: 14. September.
	Lathyrus: 28. August.

Die Differenzdüngung (Stickstoff in Form von salpetersaurem Ammoniak) wurde gegeben:
bei Gerste, Weizen, Hafer am 9. Mai
bei Buschbohnen und Pferdebohnen am 17. Mai.
bei Möhren, Kartoffeln, Lathyrus am 28. Mai.
bei Tabak am 11. Juni.

Nach Aberntung der Bohnen, Kartoffeln, Möhren, Hafer, Gerste, Weizen wurden die betreffenden Parzellen sofort mit weißem Senf eingesäet, ohne daß eine weitere Düngung erfolgte. Die Erntenahme des weißen Senf geschah am 18. Oktober.

Ergebnisse der Versuchsreihe 34a. Tabelle 1.

Feldbuschbohnen, Pferdebohnen, Hafer, Gerste, Weizen, Tabak, Latyrus, Kartoffeln, Möhren.

	Differenz-Düngung. Stickstoff	Erträge. Erträge der Einzel-Versuche an Trockensubstanz		Mittel-Erträge an Trockensubstanz		Mittel-Erträge an lufttrockener Substanz		Mehrerträge. Im Vergleich zu stickstofffreier Düngung wurde an Mehrertrag (lufttrockene Substanz) erhalten		
		Stroh	Körner	Stroh	Körner	Stroh	Körner	Stroh	Körner	Stroh + Körner
	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
Feldbuschbohnen	0	140,8 148,1 135,0 157,4	185,5 181,6 185,6 185,5	**145,3**	**184,6**	173,0	214,7	—	—	—
	3	171,3 179,8 177,9	182,7 192,7 186,9	**176,3**	**187,4**	209,9	217,9	36,9	3,2	40,1
	6	199,3 224,7 203,9	190,9 200,8 206,2	**209,3**	**199,3**	249,2	231,7	76,2	17,0	93,2
Pferdebohnen	0	202,6 237,0 235,2 214,6	182,4 191,1 237,1 228,6	**222,4**	**209,8**	264,8	244,0	—	—	—
	3	232,9 213,5 230,1	211,0 192,1 177,0	**225,5**	**193,4**	268,5	224,9	3,7	−19,1	−15,4
	6	253,0 207,0 229,5	209,2 179,8 198,9	**229,8**	**196,0**	273,6	227,9	8,8	−16,1	−7,3
Hafer	0	106,7 104,2 93,2 93,7	49,4 63,9 57,7 57,3	**99,5**	**57,1**	115,7	66,4	—	—	—
	3	198,7 191,8 195,9	163,1 151,1 151,5	**195,5**	**155,2**	227,3	180,5	111,6	114,1	225,7
	6	229,0 223,8 222,7	215,8 206,2 213,4	**225,2**	**211,8**	261,9	246,3	146,2	179,9	326,1

Differenz-Düngung. Stickstoff		Erträge. Erträge der Einzel-Versuche an Trockensubstanz		Mittel-Erträge an Trockensubstanz.		Mittel-Erträge an lufttrockener Substanz.		Mehrerträge. Im Vergleich zu stickstofffreier Düngung wurde an Mehrertrag (lufttrockene Substanz) erhalten		
	g	Stroh g	Körner g	Stroh g	Körner g	Stroh g	Körner g	Stroh g	Körner g	Stroh + Körner g
Gerste	0	86,1 65,6 70,4 72,9	64,1 40,6 51,9 50,0	**73,8**	**51,6**	85,8	60,0	—	—	—
	3	151,1 148,3 163,8	104,7 107,9 104,6	**154,4**	**105,8**	179,5	123,0	93,7	63,0	156,7
	6	227,6 221,4 221,0	162,0 179,0 186,8	**223,3**	**175,9**	259,7	204,5	173,9	144,5	318,4
Weizen	0	102,6 104,1 102,7 92,7	56,0 57,8 58,9 53,3	**100,5**	**56,5**	116,9	65,7	—	—	—
	3	218,3 204,8 191,2	118,7 122,3 114,1	**204,8**	**118,4**	238,1	137,7	121,2	72,0	193,2
	6	241,7 251,5 250,3	176,1 166,5 165,4	**247,8**	**169,3**	288,1	196,9	171,2	131,2	302,4
Tabak	0	91,6 96,9 68,5	10,7 15,3 8,5	**85,7**	**11,5**	104,5	13,1	—	—	—
	3	149,0 162,8 157,2	28,1 26,5 34,5	**156,3**	**29,7**	190,6	33,8	86,1	20,7	106,8
	6	206,8 225,2 195,8	27,5 33,3 34,4	**209,3**	**31,7**	255,2	36,0	150,7	22,9	173,6

	Differenz-Düngung. Stickstoff	Erträge. Erträge der Einzel-Versuche an Trockensubstanz: Stroh	Körner	Mittel-Erträge an Trockensubstanz: Stroh	Körner	Mittel-Erträge an lufttrockener Substanz: Stroh	Körner	Mehrerträge. Im Vergleich zu stickstofffreier Düngung wurde an Mehrertrag (lufttrockene Substanz) erhalten: Stroh	Körner	Stroh + Körner
	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
Lathyrus		Kraut		Kraut						
		108,7	—							
	0	115,3	—	143,7	—	—	—	—	—	—
		174,7	—							
		175,9	—							
		150,6	—							
	3	177,7	—	151,9	—	—	—	—	—	—
		127,5	—							
		136,2	—							
	6	164,8	—	155,2	—	—	—	—	—	—
		164,5	—							
Kartoffeln		Kraut	Kartoffeln	Kraut	Kartoffeln	Kraut	Kartoffeln	Kraut	Kartoffeln	Kraut + Kartoffeln
						frische Substanz				
		48,5	187,4							
	0	33,5	188,2	40,6	180,1	176,5	720	—	—	—
		38,1	165,1							
		42,4	179,6							
		64,7	268,7							
	3	71,6	236,9	70,3	261,7	305,7	1047	129,2	327	456
		74,5	279,5							
		113 0	348,9							
	6	73,6	286,6	92,9	307,8	403,9	1231	227,4	511	738
		92,1	287,9							
Möhren		Kraut	Möhren	Kraut	Möhren	Kraut	Möhren	Kraut	Möhren	Kraut + Möhren
						frische Substanz				
		90,6	227,8							
	0	91,7	231,9	95,2	239,2	529	1595	—	—	—
		103,4	257,9							
		189,8	392,7							
	3	187,4	451,9	190,2	421,1	1057	2807	528	1212	1740
		193,4	418,8							
		236,4	502,5							
	6	251,3	492,3	246,1	491,8	1367	3279	838	1684	2522
		250,5	480,5							
		Die frisch geernteten Kartoffeln u. Möhren haben an Trockensubstanz ergeben.								
		Kartoffeln	Möhren							
		%	%							
	0	22,5	13,9	—	—	—	—	—	—	—
	3	21,2	13,7	—	—	—	—	—	—	—
	6	19,7	12,9	—	—	—	—	—	—	—

Ergebnisse der Versuchsreihe 34a. Tabelle 2.

Feldbuschbohnen, Pferdebohnen, Hafer, Gerste, Weizen, Tabak, Latyrus, Kartoffeln, Möhren.

	Differenz-Düngung. Stickstoff	Stickstoff in der Erntesubstanz.			Weitere Verhältnißzahlen.				
		Stickstoff in je 100 g Trockensubstanz		Stickstoff in der gesammten Ernte.	Auf je 100 g in der Düngung gegebenen Stickstoffs sind in der Ernte zurückgewonnen worden	Je 1 g des in der Düngung gegebenen Stickstoffs hat an Mehrertrag erzeugt		Auf je 100 g Stroh sind an Körnern geerntet worden	Je 1 g des in der Düngung gegebenen Stickstoffs hat an Gesammt-Trockensubstanz producirt
		Stroh	Körner			Stroh (lufttrocken)	Körner (lufttrocken)		
	g	g	g	g	g	g	g	g	g
Buschbohnen	0	1,43	4,29	9,997	—	—	—	124	—
	3	1,30	4,47	10,669	—	—	—	103	—
	6	1,26	4,35	11,307	—	—	—	93	—
Pferdebohnen	0	1,17	5,02	13,132	—	—	—	92	—
	3	1,16	5,12	12,518	—	—	—	84	—
	6	0,93	4,92	11,780	—	—	—	83	—
Hafer	0	0,43	1,44	1,250	—	—	—	57	—
	3	0,43	1,29	2,843	53	37	38	79	65
	6	0,50	1,72	4,769	59	24	30	94	47
Gerste	0	0,58	1,41	1,156	—	—	—	70	—
	3	0,54	1,37	2,283	38	31	21	69	45
	6	0,64	1,62	4,279	52	29	24	79	46
Weizen	0	0,42	1,94	1,518	—	—	—	56	—
	3	0,46	1,90	3,192	56	40	24	58	55
	6	0,51	2,15	4,904	56	29	22	68	43
Tabak	0	1,37	3,50	1,577	—	—	—	13	—
	3	1,32	3,50	3,103	51	29	7	18	30
	6	1,44	3,88	4,244	44	25	4	14	24
Latyrus	0	4,05	—	5,820	—	—	—	—	—
	3	3,91	—	5,939	—	—	—	—	—
	6	3,86	—	5,991	—	—	—	—	—
		Kraut	Kartoffeln			Kraut	Kartoffeln		
Kartoffeln	0	1,21	0,98	2,256	—	—	—	408	—
	3	1,53	1,13	4,033	59	43	109	342	37
	6	1,86	1,42	6,099	64	38	85	305	30
		Kraut	Möhren			Kraut	Möhren		
Möhren	0	1,04	0,44	2,042	—	—	—	302	—
	3	0,99	0,56	4,241	73	176	404	266	92
	6	1,12	0,67	6,051	67	140	281	240	67

Ergebnisse der Versuchsreihe 34 a. Tabelle 5.
Weißer Senf als Nachfrucht.

Vorfrucht und Düngung der Vorfrucht.	Stickstoff g	Ernte an Trockensubstanz g	Stickstoff in je 100 g Trockensubstanz g	Stickstoff in der gesammten Ernte g	Differenz der gedüngten Parzellen gegen die ungedüngten. Trockensubstanz g	Stickstoff mg
Buschbohnen	0	15,2	3,05	0,464		
	3	17,0	3,18	0,541	+ 1,8	+ 77
	6	17,5	3,03	0,530	+ 2,3	+ 66
Pferdebohnen	0	12,8	3,20	0,410		
	3	14,7	3,36	0,494	+ 1,9	+ 84
	6	16,0	3,31	0,530	+ 3,2	+120
Hafer . . .	0	9,1	3,09	0,281		
	3	2,1	2,81	0,059	— 7,0	—222
	6	4,6	2,87	0,132	— 4,5	—149
Gerste . . .	0	32,9	2,36	0,776		
	3	24,1	2,81	0,677	— 8,8	— 99
	6	8,9*)	3,29	0,293	— 24,0	—483
Weizen . . .	0	24,7	2,30	0,568		
	3	8,9	3,16	0,281	— 15,8	—287
	6	7,3	2,94	0,215	— 17,4	—353
Möhren . .	0	3,1	2,78	0,086		
	3	2,5	3,13	0,078	— 0,6	— 8
	6	2,6	3,09	0,080	— 0,5	— 6

Versuchsreihe 34 b. (1889.)

50 Versuche, ausgeführt auf Bodenparzellen (Durchmesser 60 cm, seitliche Abgrenzung bis zu 133 cm Tiefe).

Bodenart: Lehmboden Nr. 56.

Versuchspflanzen: Hafer, Gerste, Kartoffeln, Zuckerrüben, Latyrus.

Datum der Einsaat:	Datum der Erntenahme:	
10. April.	Hafer	23. Juli.
	Gerste	18. „
	Kartoffeln	8. August.
	Zuckerrüben	28. September.

Latyrus I. Schnitt 22. Juni, II. Schnitt 3. Okt.

Die Differenzdüngung (Stickstoff in Form von salpetersaurem Natron) wurde gegeben:

bei Hafer und Gerste am 24. April 3 g Stickstoff, am 15. Mai die weiteren 3 g Stickstoff als Rest der stärkeren Düngung;

bei Kartoffeln und Latyrus am 15. Mai 3 g Stickstoff, am 28. Mai die weiteren 3 g Stickstoff als Rest der stärkeren Düngung;

bei Zuckerrüben am 13. Mai 3 g Stickstoff, am 4. Juni die weiteren 3 g als Rest der stärkeren Düngung.

*) Senf mit 2,5 g Stickstoff gedüngt ergab 21,6 g Trockensubstanz mit 1,08 g Stickstoff.

Ergebnisse der Versuchsreihe 34 b. Tabelle 1.

Hafer, Gerste, Kartoffeln, Zuckerrüben, Latyrus.

	Differenz-Düngung. Stickstoff	Erträge.						Mehrerträge.		
		Erträge der Einzel-Versuche an Trockensubstanz		Mittel-Erträge an Trockensubstanz		Mittel-Erträge an lufttrockener Substanz		Im Vergleich zu stickstofffreier Düngung wurde an Mehrertrag (lufttrockene Substanz) erhalten		
		Stroh	Körner	Stroh	Körner	Stroh	Körner	Stroh	Körner	Stroh + Körner
	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
Hafer	0	66,2 77,8 83,6 73,5	22,2 44,3 41,3 33,5	**75,3**	**35,3**	87,6	41,0	—	—	—
Hafer	3	218,2 236,0 239,2	148,9 164,3 184,0	**231,1**	**165,7**	268,7	192,7	181,1	151,7	332,8
Hafer	6	285,6 307,5 299,2	257,4 264,7 265,3	**297,4**	**262,5**	345,8	305,2	258,2	264,2	523,4
Gerste	0	54,9 58,2 51,9 53,4	37,5 32,7 30,4 32,3	**54,6**	**33,2**	63,5	38,6	—	—	—
Gerste	3	201,4 209,3 202,8	130,6 132,2 129,0	**204,5**	**130,6**	237,8	151,9	174,3	113,3	287,6
Gerste	6	279,1 285,6 262,6	199,0 195,9 154,9	**275,8**	**183,3**	320,7	213,1	257,2	174,5	431,7
		Kraut	Kartoffeln	Kraut	Kartoffeln	Kraut	Kartoffeln	Kraut	Kartoffeln	Kraut + Kartoffeln
						frische Substanz				
Kartoffeln	0	47,8 46,5 50,7 48,6	194,2 149,7 180,3 179,1	**48,4**	**175,8**	210,4	703,0	—	—	—
Kartoffeln	3	107,2 102,4 109,2	322,2 284,8 310,0	**106,3**	**305,7**	462,2	1223,0	251,8	520,0	771,8
Kartoffeln	6	146,8 156,0 130,3	353,2 341,0 343,9	**144,4**	**346,0**	627,8	1384,0	417,4	681,0	1098,4

	Differenz-Düngung. Stickstoff g	Erträge. Erträge der Einzel-Versuche an Trockensubstanz: Kraut g	Rüben g	Mittel-Erträge an Trockensubstanz: Kraut g	Rüben g	Mittel-Erträge an frischer Substanz: Kraut g	Rüben g	Mehrerträge. Im Vergleich zu stickstofffreier Düngung wurde an Mehrertrag (frische Substanz) erhalten: Kraut g	Rüben g	Kraut + Rüben g
Zuckerrüben	0	66,8 77,0 77,6	162,9 174,9 176,5	**73,8**	**171,4**	738	952	—	—	—
	3	110,6 145,6 109,7	270,9 297,6 307,6	**122,0**	**292,0**	1220	1622	482	670	1152
	6	164,7 189,5 170,9	457,6 366,2 376,6	**175,0**	**400,1**	1750	2223	1012	1271	2283
Lathyrus.	0	271,6 310,5 375,5 433,3	— — — —	**347,7**	—	—	—	—	—	—
	3	312,3 376,4 293,5	— — —	**327,4**	—	—	—	—	—	—
	6	335,8 386,0 400,5	— — —	**374,1**	—	—	—	—	—	—
		Die frischgeernteten Kartoffeln u. Zuckerrüben enthielten an Trockensubstanz: Kartoffeln %	Zuckerrüben %							
	0	26,4	20,5	—	—	—	—	—	—	—
	3	26,7	19,7	—	—	—	—	—	—	—
	6	25,7	19,5	—	—	—	—	—	—	—

Ergebnisse der Versuchsreihe 34b. Tabelle 2.
Hafer, Gerste, Kartoffeln, Zuckerrüben, Latyrus.

Differenz-Düngung. Stickstoff		Stickstoff in der Erntesubstanz. Stickstoff in je 100 g Trockensubstanz: Stroh	Körner	Stickstoff in der gesammten Ernte	Weitere Verhältnißzahlen. Auf je 100 g in der Düngung gegebenen Stickstoffs sind in der Ernte zurückgewonnen worden	Je 1 g des in der Düngung gegebenen Stickstoffs hat an Mehrertrag erzeugt: Stroh (lufttrocken)	Körner (lufttrocken)	Auf je 100 g Stroh sind an Körnern geerntet worden	Je 1 g des in der Düngung gegebenen Stickstoffs hat an Gesammt-Trockensubstanz producirt	Das Gewicht je eines Samenkornes (auf Trockensubstanz berechnet) betrug in
	g	g	g	g	g	g	g	g	g	mg
Hafer	0	0,48	1,54	0,905	—	—	—	47	—	21
	3	0,37	1,40	3,175	76	60	51	72	95	26
	6	0,42	1,52	5,239	72	43	44	88	75	29
Gerste	0	0,65	1,46	0,840	—	—	—	61	—	31
	3	0,49	1,45	2,896	69	58	38	64	82	41
	6	0,58	1,71	4,734	65	43	29	66	62	42
		Kraut	Kartoffeln			Kraut (frische Substanz)	Kartoffeln (frische Substanz)			
Kartoffeln	0	1,27	1,30	2,900	—	—	—	334	—	—
	3	1,46	1,34	5,648	92	84	173	265	63	—
	6	1,66	1,31	6,930	67	70	114	220	44	—
		Kraut	Rüben			Kraut (frische Substanz)	Rüben (frische Substanz)			
Zuckerrüben	0	2,08	1,01	3,266	—	—	—	129	—	—
	3	1,44	0,95	4,531	42	161	223	133	56	—
	6	1,65	1,19	7,649	73	169	212	127	55	—
		Kraut								
Latyr.	0	3,46	—	12,03	—	—	—	—	—	—
	3	3,55	—	11,62	—	—	—	—	—	—
	6	3,48	—	13,02	—	—	—	—	—	—

Versuchsreihe 35. (1888.)

50 Versuche, ausgeführt in Vegetationsgefäßen von 60 cm Durchmesser und 80 cm Höhe.

Bodenart: Lehmboden Nr. 43.

Versuchspflanze: Sommerweizen.

Datum der Einsaat:
27. April.

Datum der Erntenahme:
18. August mit Ausnahme derjenigen Versuche, bei welchen die gesammte Stickstoffdüngung erst am 15. Juni gegeben wurde und infolgedessen die Reife sich so weit verzögerte, daß erst am 7. Sept. geerntet werden konnte.

Die Differenzdüngung (Stickstoff in Form von salpetersaurem Natron und schwefelsaurem Ammoniak) wurde am 27. April, 26. Mai und 15. Juni gegeben. Näheres ersieht man aus den Tabellen 1 u. 2.

Ergebnisse der Versuchsreihe 35. Tabelle 1.

Sommerweizen.

	Stickstoff gegeb. am 27. April	Stickstoff gegeb. am 26. Mai	Stickstoff gegeb. am 15. Juni	Erträge. Erträge der Einzelversuche an Trockensubstanz		Mittel-Erträge an Trockensubstanz		Mittel-Erträge an lufttrockener Substanz		Mehrerträge. Im Vergleich zu stickstofffreier Düngung wurde an Mehrertrag (lufttrockene Substanz) erhalten		
				Stroh	Körner	Stroh	Körner	Stroh	Körner	Stroh	Körner	Stroh + Körner
	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
Salpeterstickstoff.	0	0	0	72,3 75,7 70,2 61,8 68,5	42,6 47,6 46,7 31,5 37,9	**69,7**	**41,3**	81,0	48,0	—	—	—
	6	—	—	271,6 232,9 251,7	169,1 145,8 151,3	**252,1**	**155,4**	293,1	180,7	212,1	132,7	344,8
	4	2	—	286,0 241,5 281,9	176,6 155,6 176,3	**269,8**	**169,5**	313,7	197,1	232,7	149,1	381,8
	4	—	2	281,1 252,0 231,7	178,0 154,7 154,9	**254,9**	**162,5**	296,4	189,0	215,4	141,0	356,4
	2	4	—	272,8 254,9 272,1	174,2 164,5 171,4	**266,6**	**170,0**	310,0	197,7	229,0	149,7	378,7

	g Stickstoff gegeb. am 27. April	g Stickstoff gegeb. am 26. Mai	g Stickstoff gegeb. am 15. Juni	Erträge. Erträge der Einzelversuche an Trockensubstanz: Stroh g	Körner g	Mittel-Erträge an Trockensubstanz: Stroh g	Körner g	Mittel-Erträge an lufttrockener Substanz: Stroh g	Körner g	Mehrerträge. Im Vergleich zu stickstofffreier Düngung wurde an Mehrertrag (lufttrockene Substanz) erhalten: Stroh g	Körner g	Stroh + Körner g
Salpeterstickstoff.	2	2	2	251,3 249,7 263,5	159,9 170,1 175,4	**254,8**	**168,5**	296,3	195,9	215,3	147,9	363,2
	2	—	4	263,3 235,6 229,8	177,6 159,9 146,0	**242,9**	**161,2**	282,4	187,4	201,4	139,4	340,8
	—	6	—	211,0 239,2 220,2	135,3 153,6 140,9	**223,5**	**143,3**	259,9	166,6	178,9	118,6	297,5
	—	4	2	204,6 205,4 214,3	142,9 137,8 158,4	**208,1**	**146,4**	242,0	170,2	161,0	122,2	283,2
	—	2	4	190,4 180,0 192,8	144,7 136,7 144,0	**187,7**	**141,8**	218,3	164,9	137,3	116,9	254,2
	—	—	6	171,2 154,7 175,6	126,1 107,7 124,4	**167,2**	**119,4**	194,4	138,8	113,4	90,8	204,2
Ammoniakstickstoff.	6	—	—	265,9 278,9 272,6	177,3 161,8 165,9	**272,5**	**168,3**	316,9	195,7	235,9	147,7	383,6
	4	2	—	276,7 266,1 279,6	154,4 168,3 171,2	**274,1**	**164,6**	318,7	191,4	237,7	143,4	381,1
	2	2	2	269,6 258,4 243,8	172,5 176,5 156,0	**257,3**	**168,3**	299,2	195,7	218,2	147,7	365,9
	—	6	—	207,5 206,2 212,0	146,3 148,4 155,6	**208,6**	**150,1**	242,6	174,5	161,6	126,5	288,1
	—	2	4	208,9 211,0 203,4	153,5 157,5 159,8	**207,8**	**156,9**	241,6	182,4	160,6	134,4	295,0

Ergebnisse der Versuchsreihe 35. Tabelle 2.

Sommerweizen.

	Stickstoff gegeben am 27. April g	Stickstoff gegeben am 26. Mai g	Stickstoff gegeben am 15. Juni g	Stickstoff in der Erntesubstanz: Stickstoff in je 100 g Trockensubstanz: Stroh g	Körner g	Stickstoff in der gesammten Ernte g	Weitere Verhältnißzahlen: Auf je 100 g i. d. Düngung gegebenen Stickstoffs sind in der Ernte zurückgewonnen worden g	Je 1 g des in der Düngung gegebenen Stickstoffs hat an Mehrertrag erzeugt: Stroh (lufttrocken) g	Körner (lufttrocken) g	Auf je 100 g Stroh sind an Körnern geerntet worden g
Salpeterstickstoff	0	0	0	0,38	2,03	**1,103**	—	—	—	59
	6	—	—	0,50	2,15	**4,601**	58	35	22	62
	4	2	—	0,53	2,18	**5,125**	67	39	25	63
	4	—	2	0,45	2,16	**4,657**	59	36	24	64
	2	4	—	0,45	2,09	**4,753**	61	38	25	64
	2	2	2	0,50	2,16	**4,914**	64	36	25	66
	2	—	4	0,45	2,32	**4,833**	62	34	23	66
	—	6	—	0,61	2,27	**4,616**	59	30	20	64
	—	4	2	0,60	2,22	**4,499**	57	27	20	70
	—	2	4	0,61	2,51	**4,704**	60	23	19	76
	—	—	6	0,76	2,87	**4,698**	60	19	15	71
Ammoniakstickstoff	6	—	—	0,50	2,15	**4,981**	65	39	25	62
	4	2	—	0,42	2,03	**4,493**	57	40	24	60
	2	2	2	0,38	2,13	**4,563**	58	36	25	65
	—	6	—	0,50	2,13	**4,240**	52	27	21	72
	—	2	4	0,49	2,35	**4,705**	60	27	22	75

Versuchsreihe 39a. (1888.)

81 Versuche, ausgeführt in Vegetationsgefäßen von 25 cm Durchmesser und 33 cm Höhe.

Bodenart: Lehmboden Nr. 43.

Versuchspflanze: Hafer.

Datum der Einsaat: 1. Mai. Datum der Erntenahme: 13. August.

Die Differenzdüngung (Stickstoff in Form von salpetersaurem Natron, schwefelsaurem Ammoniak und verschiedenen organischen Stickstoffdüngern) wurde in ganzer Menge bei der Einsaat gegeben. Außerdem wurden bei einer Kontrollreihe 200 g Misburger Mergel pro Gefäß beigedüngt.

Nach Aberntung des Hafers wurden die Gefäße, ohne daß eine weitere Düngung erfolgte, mit weißem Senf eingesät und dieser am 18. October grün geerntet.

Ergebnisse der Versuchsreihe 39a. Tabelle 1.

Hafer.

Differenz-Düngung. Stickstoff in Form von		g	Erträge. Erträge der Einzelversuche an Trockensubstanz: Stroh g	Körner g	Mittel-Erträge an Trockensubstanz: Stroh g	Körner g	Mittel-Erträge an lufttrockener Substanz: Stroh g	Körner g	Mehrerträge. Im Vergleich zu stickstofffreier Düngung wurde an Mehrertrag (lufttrockene Substanz) erhalten: Stroh g	Körner g	Stroh + Körner g
ohne Beidüngung von Mergel		0	10,5 11,3 10,9 10,9 9,5 9,1	4,8 4,9 4,7 4,9 3,6 4,1	**10,4**	**4,5**	12,1	5,2	—	—	—
	salpetersaurem Natron	1,5	110,5 107,2 111,1 116,0	73,0 81,2 77,9 75,2	**111,2**	**76,8**	129,3	89,3	117,2	84,1	201,3
		2,0	139,8 137,1 130,2	96,7 98,2 94,2	**135,7**	**96,4**	157,8	112,1	145,7	106,9	252,6

Differenz-Düngung. Stickstoff in Form von	g	Erträge der Einzelversuche an Trockensubstanz: Stroh g	Körner g	Mittel-Erträge an Trockensubstanz: Stroh g	Körner g	Mittel-Erträge an lufttrockener Substanz: Stroh g	Körner g	Mehrerträge. Im Vergleich zu stickstofffreier Düngung wurde an Mehrertrag (lufttrockene Substanz) erhalten: Stroh g	Körner g	Stroh + Körner g
ohne Beidüngung von Mergel: schwefelsaurem Ammon.	1,5	105,4	68,9	**103,5**	**67,0**	120,3	77,9	108,2	72,7	180,9
		103,4	64,5							
		98,2	60,8							
		106,9	73,8							
schwefelsaurem Ammon.	2,0	130,1	96,5	**128,0**	**94,9**	148,8	110,3	136,7	105,1	241,8
		131,1	95,5							
		122,7	92,8							
Blutmehl No. 35	1,5	87,2	56,4	**84,1**	**56,0**	97,8	65,1	85,7	59,9	145,6
		81,8	54,8							
		84,4	57,9							
		83,1	54,7							
Hornmehl No. 45	1,5	84,0	51,7	**82,9**	**50,1**	96,4	58,3	84,3	53,1	137,4
		83,8	52,4							
		83,0	50,4							
		80,8	46,0							
grüner Pflanzenmasse No. 83	2,8	132,7	83,8	**132,8**	**85,8**	154,4	99,8	142,3	94,6	236,9
		127,5	83,7							
		130,6	85,4							
		140,4	90,2							
Wollstaub No. 42	5,0	43,9	33,2	**44,1**	**32,2**	51,3	37,4	39,2	32,2	71,4
		47,2	31,5							
		43,0	32,1							
		42,3	32,0							
Stallmist No. 82	4,9	30,8	21,4	**29,8**	**21,2**	34,7	24,7	22,6	19,5	42,1
		31,0	20,8							
		29,4	21,3							
		28,1	21,2							
Knochendünger I*) No. 77	2,0	42,3	28,2	**47,4**	**31,3**	55,1	36,4	43,0	31,2	74,2
		47,3	28,0							
		52,1	36,4							
		48,0	32,4							
Knochendünger II*) No. 78	2,0	90,1	64,3	**91,7**	**64,0**	106,6	74,4	94,5	69,2	163,7
		89,6	61,7							
		95,4	66,0							

*) Knochendünger I u. II sind von Fabrikanten eingesandte Proben, welche auf ihren Düngewert untersucht werden sollten.

mit Beidüngung von 200 g Misburger Mergel pro Gefäß

Differenz-Düngung. Stickstoff in Form von	g	Erträge. Erträge der Einzelversuche an Trockensubstanz: Stroh g	Körner g	Mittel-Erträge an Trockensubstanz: Stroh g	Körner g	Mittel-Erträge an lufttrockener Substanz: Stroh g	Körner g	Mehrerträge. Im Vergleich zu stickstofffreier Düngung wurde an Mehrertrag (lufttrockene Substanz) erhalten: Stroh g	Körner g	Stroh + Körner g
	0	10,5 10,0 11,2 9,7 10,5 10,7	4,7 4,4 5,2 4,7 5,4 5,6	**10,4**	**5,0**	12,1	5,8	—	—	—
salpetersaurem Natron	1,5	115,6 120,4 119,2 118,6	83,6 80,9 83,7 86,5	**118,5**	**83,7**	137,8	97,3	125,7	91,5	217,2
schwefelsaurem Ammon.	1,5	101,8 101,6 99,1 106,2	75,7 74,3 74,8 77,5	**102,2**	**75,6**	118,8	87,9	106,7	82,1	188,8
Blutmehl No. 35	1,5	77,6 83,9 75,1 80,2	51,1 57,2 50,4 53,2	**79,2**	**53,0**	92,1	61,6	80,0	55,8	135,8
Hornmehl No. 45	1,5	79,8 82,0 85,8 84,2	51,7 55,0 56,7 58,2	**83,0**	**55,4**	96,5	64,4	84,4	58,6	143,0
grüner Pflanzenmasse No. 83	2,8	126,3 133,5 131,6 130,1	87,2 91,6 89,4 87,5	**130,4**	**88,9**	151,6	103,4	139,5	97,6	237,1
Wollstaub No. 42	5,0	47,2 45,9 46,8 45,4	34,6 32,1 32,0 32,6	**46,3**	**32,8**	53,8	38,1	41,7	32,3	74,0
Stallmist No. 82	4,9	28,8 27,2 27,8 31,1	22,3 20,5 21,3 23,3	**28,7**	**21,9**	33,4	25,5	21,3	19,7	41,0

Ergebnisse der Versuchsreihe 39a. Tabelle 2.

Hafer.

Differenz-Düngung	Stickstoff in Form von	g	Stickstoff in der Erntesubstanz: Stickstoff in je 100 g Trockensubstanz: Stroh g	Körner g	Stickstoff in der gesammten Ernte g	Weitere Verhältnißzahlen: Auf je 100 g i. d. Düngung gegebenen Stickstoffs sind i. d. Ernte zurückgewonnen worden g	Je 1 g des in der Düngung gegebenen Stickstoffs hat an Mehrertrag erzeugt: Stroh (lufttrocken) g	Körner (lufttrocken) g	Auf je 100 g Stroh sind an Körnern geerntet worden g
ohne Beidüngung von Mergel		0	0,38	1,36	0,101	—	—	—	43
	salpetersaurem Natron	1,5	0,27	1,23	1,245	76	78	56	69
		2,0	0,25	1,28	1,573	74	73	53	71
	schwefelsaurem Ammoniak	1,5	0,28	1,18	1,080	65	72	48	65
		2,0	0,31	1,20	1,536	72	68	53	74
	Blutmehl No. 35	1,5	0,30	1,08	0,857	50	57	40	67
	Hornmehl No. 45	1,5	0,27	1,15	0,800	47	56	35	60
	grüner Pflanzenmasse No. 83	2,8	0,23	1,35	1,464	49	51	34	65
	Wollstaub No. 42	5,0	0,30	1,44	0,596	10	8	6	73
	Stallmist No. 82	4,9	0,48	1,96	0,559	9	5	4	71
	Knochendünger I*) No. 77	2,0	0,31	1,15	0,507	20	22	16	66
	Knochendünger II*) No. 78	2,0	0,27	1,15	0,984	44	47	35	70
mit Beidüngung von 200 g Mißburger Mergel pro Gefäß		0	0,30	1,23	0,093	—	—	—	48
	salpetersaurem Natron	1,5	0,28	1,21	1,345	83	84	61	71
	schwefelsaurem Ammoniak	1,5	0,26	1,20	1,173	72	71	55	74
	Blutmehl No. 35	1,5	0,23	1,20	0,818	48	53	37	67
	Hornmehl No. 45	1,5	0,27	1,15	0,861	51	56	39	67
	grüner Pflanzenmasse No. 83	2,8	0,27	1,25	1,463	49	50	35	68
	Wollstaub No. 42	5,0	0,30	1,38	0,592	10	8	6	71
	Stallmist No. 82	4,9	0,50	1,94	0,568	10	4	4	76

*) Knochendünger I und II sind von Fabrikanten eingesandte Proben, welche auf ihren Düngewerth geprüft werden sollten.

Ergebnisse der Versuchsreihe 39a. Tabelle 3.

Weißer Senf als Nachfrucht.

	Düngung der Vorfrucht. Stickstoff in Form von	g	Ernte an Trocken-substanz g	Stickstoff in je 100 g Trocken-substanz g	Stickstoff in der gesammten Ernte mg	Differenz zwischen gedüngt und ungedüngt: Trocken-substanz g	Differenz zwischen gedüngt und ungedüngt: Stickstoff mg
Boden nicht gemergelt		0	1,20	1,85	22	—	—
	salpetersaurem Natron	1,5	1,28	1,62	21	+ 0,08	— 1
		2,0	1,05	1,68	18	— 0,15	— 4
	schwefelsaurem Ammoniak	1,5	1,27	1,50	19	+ 0,07	— 3
		2,0	1,16	1,68	19	— 0,04	— 3
	Blutmehl No. 35	1,5	1,39	1,79	25	+ 0,19	+ 3
	Hornmehl No. 45	1,5	1,34	1,74	23	+ 0,14	+ 1
	grüner Pflanzenmasse No. 83	2,8	1,42	2,07	29	+ 0,22	+ 7
	Wollstaub No. 42	5,0	6,78	2,59	176	+ 5,58	+154
	Stallmist No. 82	4,9	5,40	1,80	97	+ 4,20	+ 75
Boden im Frühjahr gemergelt		0	1,12	1,76	20	—	—
	salpetersaurem Natron	1,5	1,14	1,68	19	+ 0,02	— 1
	schwefelsaurem Ammoniak	1,5	1,22	1,58	19	+ 0,10	— 1
	Blutmehl No. 35	1,5	1,54	1,88	29	+ 0,42	+ 9
	Hornmehl No. 45	1,5	1,25	1,79	22	+ 0,13	+ 2
	grüner Pflanzenmasse No. 83	2,8	1,46	1,86	27	+ 0,34	+ 7
	Wollstaub No. 42	5,0	6,00	2,73	164	+ 4,88	+144
	Stallmist No. 82	4,9	2,34	2,08	49	+ 1,22	+ 29

Versuchsreihe 39b. (1889.)

70 Versuche, ausgeführt in den zu Versuchsreihe 39a (1888) benutzten Vegetationsgefäßen und auf dem dort verwandten Boden.

Versuchspflanze: Möhren.

Datum der Einsaat: 16. April Datum der Erntenahme: 20. August.

Die Differenzdüngung (Stickstoff in Form von salpetersaurem Natron, schwefelsaurem Ammoniak und verschiedenen organischen Stickstoffdüngern) wurde wiederum in ganzer Menge bei der Einsaat gegeben. Eine Wiederholung der Mergeldüngung fand nicht statt.

Ergebnisse der Versuchsreihe 39 b. Tabelle I.

Möhren.

	Differenz-Düngung. Stickstoff in Form von	g	Erträge. Erträge der Einzelversuche an Trockensubstanz: Kraut g	Möhren g	Mittel-Erträge an Trockensubstanz: Kraut g	Möhren g	Mittel-Erträge an frischer Substanz: Kraut g	Möhren g	Mehrerträge. Im Vergleich zu stickstofffreier Düngung wurde an Mehrertrag (frische Substanz) erhalten: Kraut g	Möhren g	Kraut + Möhren g	Die frisch geernteten Möhren enthielten an Trockensubstanz %
Boden nicht gemergelt.		0	5,3	15,4	4,5	15,7	25	105	—	—	—	16,4
			4,9	17,6								
			4,8	16,2								
			3,0	13,4								
	salpeters. Natron	1,5	51,1	117,8	49,2	125,0	273	833	248	728	976	14,3
			48,6	105,2								
			51,9	135,3								
			45,0	141,5								
		2,0	61,8	153,5	59,3	149,1	329	994	304	889	1193	14,1
			55,9	139,5								
			60,2	154,3								
	schwefels. Ammoniak	1,5	51,9	107,0	50,1	113,5	278	757	253	652	905	15,1
			49,1	108,0								
			50,5	117,1								
			49,0	121,8								
		2,0	68,6	138,7	62,5	142,6	347	951	322	846	1168	15,6
			62,6	144,8								
			56,2	144,2								
	Blutmehl No. 35	1,5	45,3	101,7	48,1	110,3	267	735	242	630	872	14,8
			48,1	97,2								
			48,4	123,6								
			50,5	118,5								
	Hornmehl No. 45	1,5	51,4	129,2	48,4	123,7	269	825	244	720	964	14,6
			45,5	123,1								
			45,9	123,7								
			50,8	118,9								

Boden	Differenz-Düngung. Stickstoff in Form von	g	Erträge: Erträge der Einzelversuche an Trockensubstanz: Kraut g	Möhren g	Mittel-Erträge an Trockensubstanz: Kraut g	Möhren g	Mittel-Erträge an frischer Substanz: Kraut g	Möhren g	Mehrerträge. Im Vergleich zu stickstofffreier Düngung wurde an Mehrertrag (frische Substanz) erhalten: Kraut g	Möhren g	Kraut + Möhren g	Die frisch geernteten Möhren enthielten an Trockensubstanz %
Boden nicht gemergelt	grüner Pflanzenmasse No. 101	3,2	82,4 86,8 85,6 87,4	177,4 193,1 198 4 186,8	**85.6**	**188,9**	476	1259	451	1154	1605	15,4
	Wollstaub No. 100	5,0	53,2 51,4 52,2 64,2	139.8 122,0 134,9 143,0	**55,3**	**134,9**	307	899	282	794	1076	15,9
	Stallmist No. 102	4,5	48,4 46,9 57,9 61,5	130,3 134,3 164,5 159 9	**53,7**	**147,3**	298	982	273	877	1150	15,6
		0	4,8 5,0 4,2 4,6	16,7 18,0 16,1 11,4	**4,7**	**15,6**	26	104	—	—	—	15,4
Boden im Jahr 1888 gemergelt	salpeters. Natron	1,5	48,6 47,5 48,4 45,0	135,7 136,9 139,6 124,5	**47,4**	**134,2**	263	895	237	791	1028	14,3
	schwefels. Ammoniak	1,5	46,3 51,5 48,3 50,1	134,4 110,6 104,6 112,4	**49,1**	**115,5**	273	770	247	666	913	15,8
	Blutmehl No. 35	1,5	48,7 46,0 43,2 40,2	111,6 116,4 110,3 101,5	**44,5**	**110,0**	247	733	221	629	850	14,8
	Hornmehl No. 45	1,5	46,5 44,1 49,5 47,0	119,7 116,0 120,4 114,6	**46,8**	**117,7**	260	785	234	681	915	16,0
	grüner Pflanzenmasse No. 101	3,2	85,3 71,6 83,0 78,4	174,5 184,2 186,6 171,4	**79,6**	**179,2**	442	1195	416	1091	1507	15,9
	Wollstaub No. 100	5,0	50,8 59,8 54,8 59,4	98,4 114,9 125,1 135,5	**56,2**	**118,5**	312	790	286	686	972	17,6
	Stallmist No. 102	4,5	64,9 57,1 71,2 59,4	143,7 153,6 174,3 161,6	**63,2**	**158,3**	351	1055	325	951	1276	16,3

Ergebnisse der Versuchsreihe 39b. Tabelle 2.

Möhren.

Differenz-Düngung			Stickstoff in der Erntesubstanz			Weitere Verhältnißzahlen.				
	in Form von	Stickstoff	Stickstoff in je 100 g Trockensubstanz		Stickstoff in der gesammten Ernte	Auf je 100 g in der Düngung gegebenen Stickstoffs sind in der Ernte zurückgewonnen worden	Je 1 g des in der Düngung gegebenen Stickstoffs hat an Mehrertrag erzeugt		Auf je 100 g Kraut sind an Möhren geerntet worden	Auf je 100 g innerhalb zweier Jahre i. d. Düngung gegebenen Stickstoffs sind in der Ernte der 2 Jahre zurückgewonnen worden
			Kraut	Möhren			Kraut (frisch)	Möhren (frisch)		
		g	g	g	g	g	g	g	g	g
Boden nicht gemergelt		0	1,22	0,51	**0,135**	—	—	—	420	—
	salpetersaurem Natron	1,5	0,89	0,76	**1,388**	84	165	485	305	80
	salpetersaurem Natron	2,0	1,04	0,94	**2,018**	94	152	445	302	84
	schwefelsaurem Ammoniak	1,5	0,87	0,79	**1,333**	80	169	435	272	72
	schwefelsaurem Ammoniak	2,0	0,95	0,86	**1,820**	84	161	423	274	78
	Blutmehl No. 35	1,5	0,89	0,72	**1,222**	72	161	420	275	62
	Hornmehl No. 45	1,5	0,89	0,63	**1,210**	72	163	480	307	59
	grüner Pflanzenmasse No. 101	3,2	0,94	0,91	**2,524**	75	141	361	264	63
	Wollstaub No. 100	5,0	1,12	0,79	**1,685**	31	56	159	293	22
	Stallmist No. 102	4,5	1,00	0,72	**1,598**	33	61	195	330	21
Boden im J. 1888 gemergelt		0	1,14	0,51	**0,133**	—	—	—	400	—
	salpetersaurem Natron	1,5	0,94	0,84	**1,573**	96	158	527	340	90
	schwefelsaurem Ammoniak	1,5	0,89	0,76	**1,315**	79	165	444	282	75
	Blutmehl No. 35	1,5	0,90	0,76	**1,237**	74	147	419	297	61
	Hornmehl No. 45	1,5	0,89	0,76	**1,311**	79	156	454	302	65
	grüner Pflanzenmasse No. 101	3,2	0,97	0,93	**2,439**	72	130	341	270	61
	Wollstaub No. 100	5,0	1,19	0,88	**1,712**	32	57	137	253	22
	Stallmist No. 102	4,5	1,00	0,76	**1,835**	38	72	211	301	23

Versuchsreihe 40. (1888.)

64 Versuche, ausgeführt in Vegetationsgefäßen von 25 cm Durchmesser und 33 cm Höhe.

Bodenart: a) Torfboden Nr. 52 ohne Mergelzusatz;
b) Torfboden Nr. 52 mit Zusatz von 200 g Misburger Mergel per Gefäß;
c) Lehmboden Nr. 43 ohne Mergelzusatz;
d) Lehmboden Nr. 43 mit Zusatz von 200 g Misburger Mergel per Gefäß.

Versuchspflanze: weißer Senf.

Datum der Einsaat: 4. Mai. Datum der Erntenahme: 5. Juli.

Die Differenzdüngung (Stickstoff in Form von salpetersaurem Natron und schwefelsaurem Ammoniak) wurde bei der Einsaat gegeben.

Der Senf wurde nach vollendeter Blüthe in nicht ausgereiftem Zustande geerntet.

Ergebnisse der Versuchsreihe 40.

Weißer Senf.

		Differenz-Düngung Stickstoff g	Erträge der Einzelversuche an Trockensubstanz g	Mittelerträge an Trockensubstanz g	Mehrerträge gegen stickstofffreie Düngung g	Stickstoff in je 100 g Trockensubstanz g	Stickstoff in der gesammten Ernte g	Auf je 100 g in der Düngung gegebenen Stickstoffs sind in der Ernte zurückgewonnen worden g	Je 1 g des in der Düngung gegebenen Stickstoffs hat an Trockensubstanz producirt g	Auf je 100 g des bei Salpeterdüngung erhaltenen Mehrertrags hat die entsprechende Ammoniakdüngung ergeben g	Auf je 100 g des bei Salpeterdüngung geernteten Stickstoffs (Stickstoff des Mehrertrags) hat die entsprechende Ammoniakdüngung ergeben g
Torfboden ohne Mergel.		0	6,1 6,8 5,8 6,5	6,3	—	1,42	0,089	—	—	—	—
	Stickstoff gegeben in Form von salpeters. Natron	1,5	80,6 68,2 74,0	74,3	68,0	1,10	0,817	49	45	100	100
		2,0	99,5 85,5 98,1	94,4	88,1	1,16	1,095	50	44		
	Stickstoff gegeben in Form von schwefels. Ammoniak	1,5	27,8 23,3 29,5	26,9	20,6	1,94	0,522	29	14	28	55
		2,0	28,8 33,3 26,1	29,4	23,1	2,08	0,612	26	12		

Differenz-Düngung. Stickstoff g	Erträge der Einzelversuche an Trockensubstanz g	Mittelerträge an Trockensubstanz g	Mehrerträge gegen stickstofffreie Düngung g	Stickstoff in je 100 g Trockensubstanz g	Stickstoff in der gesammten Ernte g	Auf je 100 g in der Düngung gegebenen Stickstoffs sind in der Ernte zurückgewonnen worden g	Je 1 g des in der Düngung gegebenen Stickstoffs hat an Trockensubstanz producirt g	Auf je 100 g des bei Salpeterdüngung erhaltenen Mehrertrags hat die entsprechende Ammoniakdüngung ergeben g	Auf je 100 g des bei Salpeterdüngung geernteten Stickstoffs (Stickstoff des Mehrertrags) hat die entsprechende Ammoniakdüngung ergeben g
Torfboden mit Mergel.									
0	9,1 9,6 8,9 10,8	**9,6**	—	1,25	**0,120**	—	—	—	—
Stickstoff gegeben in Form von salpeters. Natron									
1,5	88,0 84,6 81,1	**84,6**	75,0	1,22	**1,032**	61	50	100	100
2,0	97,8 92,0 86,2	**92,0**	82,4	1,47	**1,351**	62	41		
Stickstoff gegeben in Form von schwefels. Ammoniak									
1,5	77,3 70,6 75,6	**74,5**	64,9	1,29	**0,961**	56	43	90	93
2,0	85,5 91,1 83,5	**86,7**	77,1	1,46	**1,266**	57	39		
Lehmboden ohne Mergel.									
0	5,8 6,8 6,1 5,6	**6,1**	—	1,25	**0,076**	—	—	—	—
Stickstoff gegeben in Form von salpeters. Natron									
1,5	83,5 82,8 76,9	**81,1**	75,0	1,08	**0,876**	53	50	100	100
2,0	102,7 111,3 93,7	**102,6**	96,5	1,12	**1,149**	54	48		
Stickstoff gegeben in Form von schwefels. Ammoniak									
1,5	71,0 76,2 69,5	**72,2**	66,1	1,08	**0,780**	47	44	89	89
2,0	100,3 88,3 87,2	**91,9**	85,8	1,13	**1,038**	48	43		

Lehmboden mit Mergel. Stickstoff gegeben in Form von	Differenz-Düngung. Stickstoff g	Erträge der Einzelversuche an Trockensubstanz g	Mittelerträge an Trockensubstanz g	Mehrerträge gegen stickstofffreie Düngung g	Stickstoff in je 100 g Trockensubstanz g	Stickstoff in der gesammten Ernte g	Auf je 100 g in der Düngung gegebenen Stickstoffs sind in der Ernte zurückgewonnen worden g	Je 1 g des in der Düngung gegebenen Stickstoffs hat an Trockensubstanz producirt g	Auf je 100 g des bei Salpeterdüngung erhaltenen Mehrertrags hat die entsprechende Ammoniakdüngung ergeben g	Auf je 100 g des bei Salpeterdüngung geernteten Stickstoffs (Stickstoff des Mehrertrags) hat die entsprechende Ammoniakdüngung ergeben g
	0	7,2 4,8 5,4 5,9	**5,8**	—	1,16	**0,067**	—	—	—	—
salpeters. Natron	1,5	80,2 82,8 83,4	**82,1**	76,3	1,13	**0,928**	57	51	100	100
salpeters. Natron	2,0	98,6 94,7 100,9	**98,1**	92,3	1,14	**1,118**	53	46		
schwefels. Ammon.	1,5	69,0 70,9 70,3	**70,1**	64,3	1,07	**0,750**	46	43	90	88
schwefels. Ammon.	2,0	92,8 95,0 90,7	**92,8**	87,0	1,14	**1,058**	50	43		

Versuchsreihe 41 a. (1888.)

116 Versuche, ausgeführt in Vegetationsgefäßen von 25 cm Durchmesser und 33 cm Höhe.

Bodenart: Lehmboden Nr. 43.

Versuchspflanzen: Hafer, Weizen, Roggen, Gerste, Rübsen, Kartoffeln, Möhren.

Datum der Einsaat: 30. April.

Datum der Erntenahme: Hafer am 13. August, Weizen am 16. August, Roggen am 9. August, Gerste am 14. August, Rübsen am 23. Juli, Kartoffeln und Möhren am 17. August.

Die Differenzdüngung (Stickstoff in Form von salpetersaurem Natron und schwefelsaurem Ammoniak) wurde bei der Einsaat gegeben.

Nach Aberntung der Pflanzen wurden die Gefäße mit weißem Senf eingesät. Derselbe entwickelte sich in Folge der Stickstoffarmut des Bodens überall sehr spärlich und wurde nicht geerntet.

Ergebnisse der Versuchsreihe 41 a. Tabelle 1.

Hafer, Weizen, Roggen, Gerste, Rübsen, Kartoffeln, Möhren.

		Differenz-Düngung. Stickstoff g	Erträge. Erträge der Einzelversuche an Trockensubstanz Stroh g	Körner g	Mittel-Erträge an Trockensubstanz Stroh g	Körner g	Mittel-Erträge an lufttrockener Substanz Stroh g	Körner g	Mehrerträge. Im Vergleich zu stickstofffreier Düngung wurde an Mehrertrag (lufttrockene Substanz) erhalten Stroh g	Körner g	Stroh + Körner g
Hafer		0	10,5 11,3 10,9 10,9 9,5 9,1	4,8 4,9 4,7 4,9 3,6 4,1	**10,4**	**4,5**	12,1	5,2	—	—	—
Hafer	Stickstoff gegeben in Form von salpeters. Natron	1,5	110,5 107,2 111,1 116,0	73,0 81,2 77,9 75,2	**111,2**	**76,8**	129,3	89,3	117,2	84,1	201,3
Hafer	Stickstoff gegeben in Form von salpeters. Natron	2,0	139,8 137,1 130,2	96,7 98,2 94,2	**135,7**	**96,4**	157,8	112,1	145,7	106,9	252,6
Hafer	Stickstoff gegeben in Form von schwefels. Ammoniak	1,5	105,4 103,4 98,2 106,9	68,9 64,5 60,8 73,8	**103,5**	**67,0**	120,3	77,9	108,2	72,7	180,9
Hafer	Stickstoff gegeben in Form von schwefels. Ammoniak	2,0	130,1 131,1 122,7	96,5 95,5 92,8	**128,0**	**94,9**	148,8	110,3	136,7	105,1	241,8

Frucht	Form des Stickstoffs	Differenz-Düngung. Stickstoff g	Erträge: Erträge der Einzelversuche an Trockensubstanz: Stroh g	Körner g	Mittel-Erträge an Trockensubstanz: Stroh g	Körner g	Mittel-Erträge an lufttrockener Substanz: Stroh g	Körner g	Mehrerträge: Im Vergleich zu stickstofffreier Düngung wurde an Mehrertrag (lufttrockene Substanz) erhalten: Stroh g	Körner g	Stroh + Körner g
Weizen		0	10,8 10,0 8,2 12,3	4,5 4,3 4,0 4,5	10,3	4,3	12,0	5,0	—	—	—
Weizen	Stickstoff gegeben in Form von salpeters. Natron	0,75	51,5 52,2 56,5	24,9 24,9 24,3	53,4	24,7	62,1	28,7	50,1	23,7	73,8
Weizen	Stickstoff gegeben in Form von salpeters. Natron	1,5	89,8 87,4 89,9	41,5 42,5 41,5	89,0	41,8	103,5	48,6	91,5	43,6	135,1
Weizen	Stickstoff gegeben in Form von schwefels. Ammoniak	0,75	48,9 46,9 48,7	23,6 21,7 21,5	48,2	22,3	56,0	25,9	44,0	20,9	64,9
Weizen	Stickstoff gegeben in Form von schwefels. Ammoniak	1,5	90,1 89,3 88,9	41,5 44,7 42,0	89,4	42,7	104,0	49,7	92,0	44,7	136,7
Roggen		0	9,9 10,0 10,2 10,3	4,5 4,0 4,0 4,1	10,1	4,2	11,7	4,9	—	—	—
Roggen	Stickstoff gegeben in Form von salpeters. Natron	0,75	60,6 58,1 59,7	25,6 21,3 25,4	59,5	24,1	69,2	28,0	57,5	23,1	80,6
Roggen	Stickstoff gegeben in Form von salpeters. Natron	1,5	87,2 88,0 80,1	41,7 41,3 44,6	85,1	42,5	99,0	49,4	87,3	44,5	131,8
Roggen	Stickstoff gegeben in Form von schwefels. Ammoniak	0,75	55,7 54,7 54,5	21,5 22,9 22,4	55,0	22,3	64,0	25,9	52,3	21,0	73,3
Roggen	Stickstoff gegeben in Form von schwefels. Ammoniak	1,5	95,2 86,6 90,2	42,0 44,6 43,7	90,7	43,4	105,5	50,5	93,8	45,6	139,4

Differenz-Düngung.		Stickstoff g	Erträge. Erträge der Einzelversuche an Trockensubstanz: Stroh g	Körner g	Mittel-Erträge an Trockensubstanz: Stroh g	Körner g	Mittel-Erträge an lufttrockener Substanz: Stroh g	Körner g	Mehrerträge. Im Vergleich zu stickstofffreier Düngung wurde an Mehrertrag (lufttrockene Substanz) erhalten: Stroh g	Körner g	Stroh + Körner g
Gerste		0	6,0 6,6 6,4 6,1	2,9 2,7 2,5 2 2	**6,3**	**2,6**	7,3	3,0	—	—	—
Gerste	Stickstoff gegeben in Form von salpeters. Natron	0,75	43,4 45,8 42,9	25,7 27,7 —	**44,0**	**26,7**	51,2	31,0	43,9	28,0	71,9
Gerste	Stickstoff gegeben in Form von salpeters. Natron	1,5	77,1 75,6 76,1	43,2 42,4 43,8	**76,3**	**43,1**	88,7	50,1	81,4	47,1	128,5
Gerste	Stickstoff gegeben in Form von schwefels. Ammoniak	0,75	37,8 30,9 38,9	21,3 18,7 23,6	**35,9**	**21,2**	41,7	24,7	34,4	21,7	56,1
Gerste	Stickstoff gegeben in Form von schwefels. Ammoniak	1,5	60,7 62,3 71,1	34,4 35,6 34,6	**64,7**	**34,9**	75,2	40,6	67,9	37,6	105,5
Rübsen		0	3,1 3,3 3,6 3,2	0,4 0,2 0,2 0,2	**3,3**	**0,3**	3,9	0,3	—	—	—
Rübsen	Stickstoff gegeben in Form von salpeters. Natron	0,75	33,4 31,9 31,5	4,4 5,1 4,9	**32,3**	**4,8**	38,5	5,5	34,6	5,2	39,8
Rübsen	Stickstoff gegeben in Form von salpeters. Natron	1,5	— 61,7 59,7	— 10,1 7,7	**60,7**	**8,9**	72,3	10,1	68,4	9,8	78,2
Rübsen	Stickstoff gegeben in Form von schwefels. Ammoniak	0,75	— 29,9 28,5	— 4,3 5,4	**29,2**	**4,9**	34,8	5,6	30,9	5,3	36,2
Rübsen	Stickstoff gegeben in Form von schwefels. Ammoniak	1,5	57,8 55,5 53,4	9,3 9,0 6,2	**55,6**	**8,2**	66,2	9,3	62,3	9,0	71,3

	Differenz-Düngung. Stickstoff g	Erträge: Erträge der Einzelversuche an Trockensubstanz. Kraut g	Kartoffeln g	Mittel-Erträge an Trockensubstanz Kraut g	Kartoffeln g	Mittel-Erträge an frischer Substanz Kraut g	Kartoffeln g	Mehrerträge: Im Vergleich zu stickstofffreier Düngung wurde an Mehrertrag (frische Substanz) erhalten Kraut g	Kartoffeln g	Kartoffeln + Kraut g
Kartoffeln.	0	7,5 4,6 4,8 7,4	34,4 32,8 35,7 42,7	**6,1**	**36,4**	26,5	145,6	—	—	—
Stickstoff gegeben in Form von salpeters. Natron.	0,75	19,6 21,8 21,1	74,4 74,5 72,8	**20,8**	**73,9**	90,4	295,6	63,9	150,0	213,9
	1,5	27,7 26,4 31,3	81,0 81,3 78,7	**28,5**	**80,3**	123,9	321,2	97,4	175,6	273,0
Stickstoff gegeben in Form von schwefels. Ammoniak.	0,75	17,4 18,2 14,9	90,3 93,7 81,1	**16,8**	**88,4**	73,0	353,6	46,5	208,0	254,5
	1,5	23,1 30,5 24,1	90,2 88,9 87,5	**25,9**	**88,9**	112,6	355,6	86,1	210,0	296,1
		Kraut	Möhren	Kraut	Möhren	Kraut	Möhren	Kraut	Möhren	Möhren + Kraut
Möhren.	0	6,6 6,6 6,9 6,6	19,9 20,2 23,3 21,4	**6,7**	**21,2**	37,2	141,3	—	—	—
Stickstoff gegeben in Form von salpeters. Natron.	0,75	34,4 35,4 35,7	74,7 75,0 82,3	**35,2**	**77,3**	195,6	515,3	158,4	374,0	532,4
	1,5	54,0 57,6 53,2	116,1 109,9 117,2	**54,9**	**114,4**	305,0	762,7	267,8	621,4	889,2
Stickstoff gegeben in Form von schwefels. Ammoniak.	0,75	34,1 31,3 29,7	72,1 71,3 78,3	**31,7**	**73,9**	176,1	492,7	138,9	351,4	490,3
	1,5	58,4 44,9 44,8	104,8 95,8 106,9	**49,4**	**102,5**	274,4	683,3	237,2	542,0	779,2

Die frischgeernteten Kartoffeln und Möhren enthielten an Trockensubstanz:

		Kartoffeln %	Möhren %
	0	18,4	14,0
Stickstoff in Form von salpeters. Natron.	0,75	17,4	13,0
	1,5	16,6	13,2
Stickstoff in Form von schwefels. Ammon.	0,75	20,4	13,8
	1,5	17,6	13,4

Ergebnisse der Versuchsreihe 41a. Tabelle 2.

Hafer, Weizen, Roggen, Gerste, Rübsen, Kartoffeln, Möhren.

	Differenz-Düngung.	Stickstoff	Stickstoff in der Erntesubstanz. Stickstoff in je 100 g Trockensubstanz: Stroh	Körner	Stickstoff in der gesammten Ernte	Auf je 100 g in der Düngung gegebenen Stickstoffs sind in der Ernte zurückgewonnen worden	Je 1 g des in der Düngung gegebenen Stickstoffs hat an Mehrertrag erzeugt: Stroh (lufttrocken)	Körner (lufttrocken)	Auf je 100 g Stroh sind an Körnern geerntet worden	Je 1 g des in der Düngung gegebenen Stickstoffs hat an Gesammt-Trockensubstanz (Körner + Stroh) producirt	Auf je 100 g des bei Salpeterdüngung erhaltenen Mehrertrags hat die entsprechende Ammoniakdüngung ergeben: Stroh (lufttrocken)	Körner (lufttrocken)	Auf je 100 g des bei Salpeterdüngung geernteten Stickstoffs (Stickstoff des Mehrertrags) hat die entsprechende Ammoniakdüngung ergeben
		g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
Hafer.	Stickstoff gegeben in Form von	0	0,38	1,36	0,101	—	—	—	43	—	—	—	—
	salpeters. Natron	1,5	0,27	1,23	1,245	76	78	56	69	115	100	100	100
		2,0	0,25	1,28	1,573	74	73	53	71	109			
	schwefels. Ammon.	1,5	0,28	1,18	1,080	65	72	48	65	104	93	93	92
		2,0	0,31	1,20	1,536	72	68	53	74	104			
Weizen.	Stickstoff gegeben in Form von	0	0,41	2,09	0,132	—	—	—	42	—	—	—	—
	salpeters. Natron	0,75	0,31	1,59	0,558	57	67	32	46	85	100	100	100
		1,5	0,38	1,78	1,082	63	61	29	47	77			
	schwefels. Ammon.	0,75	0,31	1,58	0,502	49	59	28	46	75	96	97	92
		1,5	0,39	1,58	1,023	59	61	30	48	78			
Roggen.	Stickstoff gegeben in Form von	0	0,38	1,74	0,111	—	—	—	42	—	—	—	—
	salpeters. Natron	0,75	0,33	1,37	0,527	55	77	31	40	92	100	100	100
		1,5	0,36	1,55	0,965	57	58	30	50	76			
	schwefels. Ammon.	0,75	0,33	1,37	0,487	50	70	28	40	84	101	99	99
		1,5	0,36	1,54	0,995	59	63	30	48	80			

Pflanze	Differenz-Düngung. Stickstoff g		Stickstoff in der Erntesubstanz: Stickstoff in je 100 g Trockensubstanz: Stroh g	Körner g	Stickstoff in der gesammten Ernte g	Auf je 100 g in der Düngung gegebenen Stickstoffs sind in der Ernte zurückgewonnen worden g	Je 1 g des in der Düngung gegebenen Stickstoffs hat an Mehrertrag erzeugt: Stroh (lufttrocken) g	Körner (lufttrocken) g	Auf je 100 g Stroh sind an Körnern geerntet worden g	Je 1 g des in der Düngung gegebenen Stickstoffs hat an Gesammt-Trockensubstanz (Körner + Stroh) producirt g	Auf je 100 g des bei Salpeterdüngung erhaltenen Mehrertrags hat die entsprechende Ammoniakdüngung ergeben: Stroh (lufttrocken) g	Körner (lufttrocken) g	Auf je 100 g des bei Salpeterdüngung geernteten Stickstoffs (Stickstoff des Mehrertrags) hat die entsprechende Ammoniakdüngung ergeben g
Gerste.		0	0,55	1,69	**0,079**	—	—	—	41	—	—	—	—
Stickstoff gegeben in Form von	salpeters. Natron	0,75	0,50	1,21	**0,543**	62	59	37	61	82	100	100	100
		1,5	0,50	1,41	**0,989**	61	54	31	56	74			
	schwefels. Ammon.	0,75	0,50	1,25	**0,445**	49	46	29	59	64	82	79	89
		1,5	0,61	1,53	**0,929**	57	45	25	54	60			
Rübsen.		0	0,83	3,48	**0,038**	—	—	—	8	—	—	—	—
Stickstoff gegeben in Form von	salpeters. Natron	0,75	0,67	3,46	**0,383**	46	46	7	14	45	100	100	100
		1,5	0,89	3,50	**0,852**	54	46	7	14	44			
	schwefels. Ammon.	0,75	0,69	3,38	**0,367**	44	41	7	16	41	90	95	88
		1,5	0,80	3,48	**0,730**	46	42	6	14	40			
			Kraut	Kartoff.			Kraut (frische Substanz)	Kartoffeln (frische Substanz)			Kraut (frische Substanz)	Kartoffeln (frische Substanz)	
Kartoffeln.		0	1,58	0,88	**0,417**	—	—	—	549	—	—	—	—
Stickstoff gegeben in Form von	salpeters. Natron	0,75	1,40	1,15	**1,141**	97	85	200	327	70	100	100	100
		1,5	1,82	1,44	**1,675**	84	65	117	259	44			
	schwefels. Ammon.	0,75	1,48	0,85	**1,000**	78	62	277	484	84	82	128	86
		1,5	1,72	1,22	**1,530**	74	57	140	316	48			
			Kraut	Möhren			Kraut (frische Substanz)	Möhren (frische Substanz)			Kraut (frische Substanz)	Möhren (frische Substanz)	
Möhren.		0	0,84	0,41	**0,143**	—	—	—	380	—	—	—	—
Stickstoff gegeben in Form von	salpeters. Natron	0,75	0,81	0,64	**0,780**	85	211	499	263	113	100	100	100
		1,5	0,99	0,79	**1,447**	87	179	414	250	94			
	schwefels. Ammon.	0,75	0,77	0,61	**0,695**	74	185	469	280	104	88	90	85
		1,5	0,89	0,79	**1,250**	74	158	361	249	83			

Versuchsreihe 41 b. (1889.)

32 Versuche, ausgeführt in Vegetationsgefäßen von 25 cm Durchmesser und 33 cm Höhe.

Bodenart: Lehmboden. Die zu Weizen- und Roggen-Düngungsversuchen im Jahre 1888 (Versuchsreihe 41 a) benutzten Vegetationsgefäße wurden im Frühjahr 1889 entleert. Der Inhalt derselben wurde derart vereinigt, daß a) die ungedüngt gebliebene; b) die mit salpetersaurem Natron gedüngt gewesene; c) die mit schwefelsaurem Ammoniak gedüngt gewesene Erde sorgfältig gemischt und in die betreffenden Gefäße zurückgebracht wurde, um zu den gleichen Versuchen wiederum verwendet zu werden.

Versuchspflanzen: Weizen und Roggen.

Datum der Einsaat: 6. April.

Datum der Erntenahme: Weizen 17. Juli. Roggen 9. "

Die Differenzdüngung (Stickstoff in Form von salpetersaurem Natron und schwefelsaurem Ammoniak) wurde bei der Einsaat gegeben.

Ergebnisse der Versuchsreihe 41 b. Tabelle 1.

Weizen, Roggen.

		Differenz-Düngung. Stickstoff	Erträge.						Mehrerträge.		
			Erträge der Einzelversuche an Trockensubstanz		Mittel-Erträge an Trockensubstanz		Mittel-Erträge an lufttrockener Substanz		Im Vergleich zu stickstofffreier Düngung wurde an Mehrertrag (lufttrockene Substanz) erhalten		
			Stroh	Körner	Stroh	Körner	Stroh	Körner	Stroh	Körner	Stroh + Körner
		g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
Weizen			9,3	4,7							
		0	8,5	4,9	**8,4**	**4,9**	9,8	5,7	—	—	—
			8,4	4,9							
			7,3	4,9							
	Stickstoff gegeben in Form von salpeters. Natron		62,8	28,4							
		0,75	60,3	28,3	**60,9**	**27,7**	70,8	32,2	61,0	26,5	87,5
			59,5	26,4							
			103,9	49,7							
		1,5	106,7	47,0	**105,6**	**49,1**	122,8	57,1	113,0	51,4	164,4
			106,2	50,6							
	Stickstoff gegeben in Form von schwefels. Ammoniak		56,5	26,5							
		0,75	54,4	26,2	**54,6**	**26,4**	63,5	30,7	53,7	25,0	78,7
			52,9	26,6							
			104,9	45,1							
		1,5	100,7	49,4	**103,0**	**47,7**	119,8	55,5	110,0	49,8	159,8
			103,4	48,7							

Differenz-Düngung. Stickstoff g	Erträge. Erträge der Einzelversuche an Trockensubstanz Stroh g	Körner g	Mittel-Erträge an Trockensubstanz Stroh g	Körner g	Mittel-Erträge an lufttrockener Substanz Stroh g	Körner g	Mehrerträge. Im Vergleich zu stickstofffreier Düngung wurde an Mehrertrag (lufttrockene Substanz) erhalten Stroh g	Körner g	Stroh + Körner g
Roggen, Stickstoff gegeben in Form von: 0	6,4 5,6 7,0 7,0	3,3 2,6 3,2 3,9	**6,5**	**3,3**	7,6	3,8	—	—	—
salpeters. Natron 0,75	58,4 56,3 59,6	— 21,1 24,1	**58,1**	**22,6**	67,6	26,3	60,0	22,5	82,5
salpeters. Natron 1,5	97,1 96,8 94,8	42,9 37,8 41,6	**96,2**	**40,8**	111,9	47,4	104,3	43,6	147,9
schwefels. Ammon. 0,75	53,1 55,3 51,1	20,7 21,1 18,9	**53,2**	**20,2**	61,9	23,5	54,3	19,7	74,0
schwefels. Ammon. 1,5	86,8 92,0 90,9	33,8 40,8 37,5	**89,9**	**37,4**	104,5	43,5	96,9	39,7	136,6

Ergebnisse der Versuchsreihe 41b. Tabelle 2.

Weizen, Roggen.

	Differenz-Düngung. Stickstoff g	Stickstoff in der Erntesubstanz. Stickstoff in je 100 g Trockensubstanz Stroh g	Körner g	Stickstoff in der gesammten Ernte g	Weitere Verhältnißzahlen. Auf je 100 g in der Düngung gegebenen Stickstoffs sind in der Ernte zurückgewonnen worden g	Je 1 g des in der Düngung gegebenen Stickstoffs hat an Mehrertrag erzeugt Stroh (lufttrocken) g	Körner (lufttrocken) g	Auf je 100 g Stroh sind an Körnern geerntet worden g	Je 1 g des in der Düngung gegebenen Stickstoffs hat an Gesammt-Trockensubstanz (Körner + Stroh) producirt g	Auf je 100 g des bei Salpeterdüngung erhaltenen Mehrertrags hat die entsprechende Ammoniakdüngung ergeben Stroh (luft trocken) g	Körner (lufttrocken) g	Auf je 100 g des bei Salpeterdüngung geernteten Stickstoffs (Stickstoff des Mehrertrags) hat die entsprechende Ammoniakdüngung ergeben g
Weizen.	0	0,47	1,92	**0,134**	—	—	—	58	—	—	—	—
Stickstoff gegeben in Form von salpeters. Natron	0,75	0,26	1,68	**0,624**	65	81	35	45	100	100	100	100
	1,5	0,29	1,70	**1,141**	67	75	34	46	94			
schwefels. Ammon.	0,75	0,28	1 63	**0,583**	60	72	33	48	90	94	96	94
	1,5	0,29	1,65	**1,086**	63	73	33	46	92			
Roggen.	0	0,39	2,01	**0,092**	—	—	—	50	—	—	—	—
Stickstoff gegeben in Form von salpeters. Natron	0,75	0,31	1,57	**0,535**	59	80	30	39	95	100	100	100
	1,5	0,33	1,54	**0,946**	57	70	29	42	85			
schwefels. Ammon.	0,75	0,27	1,59	**0,465**	50	72	26	38	85	92	90	88
	1,5	0,29	1,61	**0,863**	51	65	26	42	78			

Versuchsreihe 42. (1888/89.)

24 Versuche, ausgeführt in Vegetationsgefäßen von 25 cm Durchmesser und 33 cm Höhe.

Bodenart: Sandboden Nr. 53.

Versuchspflanzen: { Buchweizen, Senf, Serradella, Lupinen, Erbsen und Wicken zur Gründüngung. Hafer als abzuerntende Hauptfrucht.

	Datum der Einsaat:	Datum der Erntenahme:
Buchweizen und Senf:	6. August 1888.	21. September 1888.
Serradella, Lupinen, Erbsen u. Wicken:	„ „ „	30. Oktober „
Hafer:	9. April 1889.	16. Juli 1889.

Am 6. August 1888 wurden 24 Vegetationsgefäße mit Sandboden gefüllt. Von diesen wurden 18 mit den oben genannten Gründüngungspflanzen eingesäet, während die übrigen 6 unbepflanzt stehen blieben. Die Gründüngungspflanzen wurden im Herbst geschnitten und im Uebrigen so behandelt, wie bei Versuchsreihe 4a (Seite 327) angegeben. Die Ernte- und Analysenresultate der Gründüngungspflanzen sind im Mittel die folgenden:

Pflanzen	Grüne Substanz g	Trocken-substanz g	Stickstoff in je 100 g Trocken-substanz g	Stickstoff in der gesammten Ernte g
Buchweizen	96	15,6	1,73	0,270
weißer Senf	38	7,4	1,67	0,123
Serradella	290	29,0	3,15	0,914
Lupinen	663	54,4	3,82	2,077
Erbsen	797	92,4	3,34	3,087
Wicken	476	61,8	4,27	2,641

Von den 6 unbepflanzt gebliebenen Gefäßen wurden im Frühjahr 1889 bei der Einsaat des Hafers 3 mit 1,5 g Stickstoff in Form von salpetersaurem Natron gedüngt.

Ergebnisse der Versuchsreihe 42. Tabelle 1.

Hafer.

Differenz-Düngung. Stickstoff in Form von		g	Erträge der Einzelversuche an Trockensubstanz Stroh g	Erträge der Einzelversuche an Trockensubstanz Körner g	Mittel-Erträge an Trockensubstanz Stroh g	Mittel-Erträge an Trockensubstanz Körner g	Mittel-Erträge an lufttrockener Substanz Stroh g	Mittel-Erträge an lufttrockener Substanz Körner g	Mehrerträge: Im Vergleich zu stickstofffreier Düngung wurde an Mehrertrag (lufttrockene Substanz) erhalten Stroh g	Körner g	Stroh + Körner g
		0	49,6 51,8 49,1	26,7 26,6 25,7	**50,2**	**26,3**	58,4	30,6	—	—	—
im Frühjahr bei der Einsaat gegeben	salpeters. Natron	1,5	169,7 168,2 173,9	107,7 107,3 107,7	**170,6**	**107,6**	198,4	125,1	140,0	94,5	234,5
im Herbst als Gründüngung untergebracht	Buchweizen	0,270	28,0 25,6 27,4	17,0 13,9 15,0	**27,0**	**15,3**	31,4	17,8	−27,0	−12,8	−39,8
	weißem Senf	0,123	36,0 34,9 37,5	19,0 20,2 21,0	**36,1**	**20,1**	42,0	23,4	−16,4	− 7,2	−23,6
	Serradella	0,914	77,1 75,3 77,7	45,2 46,0 46,3	**76,7**	**45,8**	89,2	53,3	30,8	22,7	53,5
	Lupinen	2,077	146,6 143,2 144,4	93,5 92,0 92,2	**144,7**	**92,6**	168,3	107,7	109,9	77,1	187,0
	Erbsen	3,087	190,2 183,0 194,8	127,3 124,8 126,1	**189,3**	**126,1**	220,1	146,6	161,7	116,0	277,7
	Wicken	2,641	177,9 174,5 176,9	118,5 117,8 120,9	**176,4**	**119,1**	205,1	138,5	146,7	107,9	254,6

Ergebnisse der Versuchsreihe 42. Tabelle 2.

Hafer.

Differenz-Düngung.	Stickstoff in Form von	Stickstoff g	Stickstoff in der Erntesubstanz. Stickstoff in je 100 g Trockensubstanz: Stroh g	Körner g	Stickstoff in der gesammten Ernte g	Weitere Verhältnißzahlen. Auf je 100 g in der Gründüngung gegebenen Stickstoffs sind im Mehrertrage der Hauptfrucht erhalten worden g	Je 1 g des in der Düngung gegebenen Stickstoffs hat an Mehrertrag erzeugt: Stroh (lufttrocken) g	Körner (lufttrocken) g	Auf je 100 g Stroh sind an Körnern geerntet worden g	Das Gewicht je eines Samenkornes (auf Trockensubstanz berechnet) betrug in mg	Auf je 100 g der bei 0 geernteten Pflanzensubstanz sind bei den Düngungen geerntet worden g	Auf je 100 g des bei 0 geernteten Stickstoffs sind bei den Düngungen geerntet worden g
		0	0,24	1,19	**0,433**	—	—	—	52	23	100	100
im Frühjahr bei der Einsaat gegeben	salpeters. Natron	1,5	0,24	1,17	**1,668**	82	93	63	63	25	364	385
im Herbst als Gründüngung untergebracht	Buchweizen	0,270	0,28	1,52	**0,308**	—	—	—	57	25	55	71
	weißem Senf	0,123	0,27	1,34	**0,367**	—	—	—	56	25	73	85
	Serradella	0,914	0,23	1,23	**0,740**	34	34	25	60	26	160	171
	Lupinen	2,077	0,24	1,24	**1,496**	51	53	37	64	26	310	345
	Erbsen	3,087	0,28	1,24	**2,094**	54	52	38	67	26	412	484
	Wicken	2,641	0,27	1,19	**1,894**	55	56	41	68	26	386	437

Versuchsreihe 60 a. (1889.)

19 Versuche, ausgeführt auf Bodenparzellen von 60 cm Durchmesser und seitlicher Abgrenzung bis zu 133 cm Tiefe.

Bodenart: Lehmboden Nr. 56.

Versuchspflanze: Gerste.

Datum der Einsaat: 12. April. Datum der Erntenahme: 20. Juli.

Allen Parzellen wurde eine Ueberschußdüngung an Phosphorsäure (je 20 g Thomasschlacken-Phosphorsäure + 1 g Superphosphat-Phosphorsäure) bei der Einsaat gegeben.

Die Differenzdüngungen bestanden aus:

a) 6 g Stickstoff in Form von salpetersaurem Natron;

b) 6 „ „ „ „ „ schwefelsaurem Ammoniak;

c) 6 g Stickstoff in Form von salpetersaurem Natron + 5 g Kali in Form von Chlorkalium;

d) 6 g Stickstoff in Form von schwefelsaurem Ammoniak + 5 g Kali in Form von Chlorkalium;

e) 6 g Stickstoff in Form von schwefelsaurem Ammoniak + 13,27 g Natron (dem Natrongehalt des bei a gegebenen Salpeters entsprechend) in Form von Chlornatrium.

Hiervon wurden die Kali- und Natrondüngungen bei der Einsaat, vom Stickstoff dagegen die Hälfte bei der Einsaat, die andere Hälfte nach der Bestockung (am 15. Mai) gegeben.

Ergebnisse der Versuchsreihe 60 a. Tabelle 1.

Gerste.

Differenz-Düngung.	Erträge.						Mehrerträge.		
	Erträge der Einzelversuche an Trockensubstanz		Mittel-Erträge an Trockensubstanz		Mittel-Erträge an lufttrockener Substanz		Im Vergleich zu stickstofffreier Düngung wurde an Mehrertrag (lufttrockene Substanz) erhalten		
	Stroh g	Körner g	Stroh g	Körner g	Stroh g	Körner g	Stroh g	Körner g	Stroh + Körner g
0	66,0 56,1 63,0 69,4	38,3 35,7 36,9 38,9	**63,6**	**37,5**	74,0	43,6	—	—	—
6 g Salpeter-Stickstoff	280,9 268,0 277,1	184,9 170,4 162,3	**275,3**	**172,5**	320,1	200,6	246,1	157,0	403,1
6 g Ammoniak-Stickstoff	212,0 211,5 219,6	136,7 141,7 157,6	**214,4**	**145,3**	249,3	169,0	175,3	125,4	300,7
6 g Salpeter-Stickstoff + 5 g Kali	289,3 273,9 274,9	192,2 176,3 183,7	**279,4**	**184,1**	324,9	214,1	250,9	170,5	421,4
6 g Ammoniak-Stickstoff + 5 g Kali	252,3 247,9 255,8	185,0 188,9 180,6	**252,0**	**184,8**	293,0	214,9	219,0	171,3	390,3
6 g Ammoniak-Stickstoff + 13,27 g Natron	259,6 251,4 248,4	167,4 182,2 186,8	**253,1**	**178,8**	294,3	207,9	220,3	164,3	384,6

Ergebnisse der Versuchsreihe 60 a. Tabelle 2.

Gerste.

Differenz-Düngung.	Stickstoff in der Erntesubstanz: Stickstoff in je 100 g Trockensubstanz: Stroh g	Stickstoff in der Erntesubstanz: Stickstoff in je 100 g Trockensubstanz: Körner g	Stickstoff in der Erntesubstanz: Stickstoff in der gesammten Ernte g	Weitere Verhältnißzahlen: Auf je 100 g in der Düngung gegebenen Stickstoffs sind in der Ernte zurückgewonnen worden g	Weitere Verhältnißzahlen: Je 1 g des in der Düngung gegebenen Stickstoffs hat an Mehrertrag erzeugt: Stroh (lufttrocken) g	Weitere Verhältnißzahlen: Je 1 g des in der Düngung gegebenen Stickstoffs hat an Mehrertrag erzeugt: Körner (lufttrocken) g	Weitere Verhältnißzahlen: Auf je 100 g Stroh sind an Körnern geerntet worden g	Weitere Verhältnißzahlen: Das Gewicht je eines Samenkornes (auf Trockensubstanz berechnet) betrug in mg	Je 1 g des in der Düngung gegebenen Stickstoffs hat an Gesammt-Trockensubstanz (Körner + Stroh) producirt g	Auf je 100 g des bei Salpeterdüngung (ohne Kali) erhaltenen Mehrertrags haben die übrigen Düngungen ergeben: Stroh (lufttrocken) g	Auf je 100 g des bei Salpeterdüngung (ohne Kali) erhaltenen Mehrertrags haben die übrigen Düngungen ergeben: Körner (lufttrocken) g
0	0,64	1,61	1,011	—	—	—	59	35	—	—	—
6 g Salpeterstickstoff	0,65	1,76	4,825	64	41	26	63	45	58	100	100
6 g Ammoniakstickstoff	0,72	1,82	4,188	53	29	21	68	44	43	71	80
6 g Salpeterstickstoff + 5 g Kali	0,62	1,73	4,917	65	42	28	66	44	60	102	109
6 g Ammoniakstickstoff + 5 g Kali	0,60	1,67	4,598	60	37	29	73	44	56	89	109
6 g Ammoniakstickstoff + 13,27 g Natron	0,70	1,73	4,865	64	37	27	71	45	55	90	105

Ergebnisse der Versuchsreihe 60a. Tabelle 3.

Gerste.

Differenz-Düngung.	Phosphorsäure.			Kali.			Natron.		
	Phosphorsäure in je 100 g Trocken-substanz		Phosphorsäure in der gesammten Ernte	Kali in je 100 g Trocken-substanz		Kali in der gesammten Ernte	Natron in je 100 g Trocken-substanz		Natron in der gesammten Ernte
	Stroh g	Körner g	g	Stroh g	Körner g	g	Stroh g	Körner g	g
0	0,473	1,160	**0,736**	1,036	1,045	**1,051**	0	0	**0**
6 g Salpeter-stickstoff	0,195	1,072	**2,386**	0,706	0,874	**3,451**	0,342	0	**0,942**
6 g Ammoniak-stickstoff	0,248	1,093	**2,120**	0,833	0,904	**3,099**	0,040	0	**0,086**
6 g Salpeterstick-stoff + 5 g Kali	0,172	1,076	**2,461**	0,843	0,850	**3,920**	0,202	0	**0,564**
6 g Ammoniakstick-stoff + 5 g Kali	0,199	1,058	**2,457**	1,094	0,828	**4,287**	0,064	0	**0,161**
6 g Ammoniakstick-stoff + 13,27 g Natron	0,171	1,050	**2,310**	0,804	0,823	**3,506**	0,364	0	**0,921**

Versuchsreihe 60b. (1890.)

20 Versuche, ausgeführt auf den zu der Versuchsreihe 60a (1889) benutzten Bodenparzellen.

Versuchspflanze: Möhren.

Datum der Einsaat: 15. April. Datum der Erntenahme: 22. September.

Die Ueberschußdüngung an Phosphorsäure (10 g Superphosphat-Phosphorsäure pro Parzelle), sowie die Chlorkalium- und Chlornatriumdüngungen wurden bei der Einsaat, der Stickstoff dagegen zur Hälfte am 17. Mai, zur andern Hälfte am 3. Juni gegeben.

Ergebnisse der Versuchsreihe 60b. Tabelle 1.

Möhren.

Differenz-Düngung.	Erträge. Erträge der Einzelversuche an Trockensubstanz: Kraut g	Möhren g	Mittel-Erträge an Trockensubstanz: Kraut g	Möhren g	Mittel-Erträge an frischer Substanz: Kraut g	Möhren g	Mehrerträge. Im Vergleich zu stickstofffreier Düngung wurde an Mehrertrag (frischer Substanz) erhalten: Kraut g	Möhren g	Kraut + Möhren g	Die frisch geernteten Möhren enthielten an Trockensubstanz %
0	80,2 77,9 56,7 64,2	211,7 193,4 175,9 186,3	69,8	191,8	388	1279	—	—	—	17,4
6 g Salpeterstickstoff	176,4 219,9 244,2	388,1 452,3 456,4	213,5	432,3	1186	2882	798	1603	2401	16,3
6 g Ammoniakstickstoff	177,2 214,0 225,1	331,6 391,5 353,3	205,4	358,8	1141	2392	753	1113	1866	17,0
6 g Salpeterstickstoff + 5 g Kali	201,3 188,7 196,0	525,3 556,0 600,5	195,3	560,6	1085	3737	697	2458	3155	16,2
6 g Ammoniakstickstoff + 5 g Kali	174,6 170,6 179,7	501,1 444,5 433,5	175,0	459,7	972	3065	584	1786	2370	17,0
6 g Ammoniakstickstoff + 13,27 g Natron	213,3 195,1 220,7	567,8 502,1 465,1	209,7	511,7	1165	3411	777	2132	2909	16,7

Ergebnisse der Versuchsreihe 60b. Tabelle 2.

Möhren.

Differenz-Düngung.	Stickstoff. Stickstoff in je 100 g Trockensubstanz: Kraut g	Möhren g	Stickstoff in der gesammten Ernte g	Phosphorsäure. Phosphorsäure in je 100 g Trockensubstanz: Kraut g	Möhren g	Phosphorsäure in der gesammten Ernte g	Kali. Kali in je 100 g Trockensubstanz: Kraut g	Möhren g	Kali in der gesammten Ernte g	Natron. Natron in je 100 g Trockensubstanz: Kraut g	Möhren g	Natron in der gesammten Ernte g
0	1,36	0,72	2,330	0,513	0,661	1,626	2,176	1,987	5,330	0,538	0,582	1,492
6 g Salpeterstickstoff	1,21	0,95	6,690	0,367	0,743	3,996	0,689	1,057	6,040	2,587	1,405	11,597
6 g Ammoniakstickstoff	1,26	1,06	6,391	0,430	0,667	3,276	1,069	1,270	6,752	0,492	0,468	2,690

Differenz-Düngung.	Stickstoff. Stickstoff in je 100 g Trockensubstanz: Kraut g	Möhren g	Stickstoff in der gesammten Ernte g	Phosphorsäure. Phosphorsäure in je 100 g Trockensubstanz: Kraut g	Möhren g	Phosphorsäure in der gesammten Ernte g	Kali. Kali in je 100 g Trockensubstanz: Kraut g	Möhren g	Kali in der gesammten Ernte g	Natron. Natron in je 100 g Trockensubstanz: Kraut g	Möhren g	Natron in der gesammten Ernte g
6 g Salpeterstickstoff + 5 g Kali	1,19	0,91	**7,426**	0,332	0,686	**4,494**	0,857	1,435	**9,718**	1,844	1,275	**10,749**
6 g Ammoniakstickstoff + 5 g Kali	1,18	0,95	**6,432**	0,416	0,669	**3,803**	1,337	1,798	**10,605**	0,321	0,372	**2,272**
6 g Ammoniakstickstoff + 13,27 g Natron	1,20	0,90	**7,122**	0,350	0,681	**4,219**	0,727	1,055	**6,923**	2,400	1,301	**11,690**

Versuchsreihe 60 c. (1891.)

20 Versuche, ausgeführt auf den zu den Versuchsreihen 60a (1889) und 60b (1890) benutzten Bodenparzellen.

Versuchspflanze: Gerste.

Datum der Einsaat: 21. April. Datum der Erntenahme: 4. August.

Die Ueberschußdüngung an Phosphorsäure (10 g Superphosphat-Phosphorsäure pro Parzelle), sowie die Chlorkalium- und Chlornatriumdüngungen wurden wiederum bei der Einsaat gegeben, während die Stickstoffsalze den Pflanzen in 2 Portionen (am 4. Mai und 29. Mai) zugeführt wurden.

Ergebnisse der Versuchsreihe 60c. Tabelle 1.

Gerste.

Differenz-Düngung.	Erträge. Erträge der Einzelversuche an Trockensubstanz Stroh g	Körner g	Mittel-Erträge an Trockensubstanz Stroh g	Körner g	Mittel-Erträge an lufttrockener Substanz Stroh g	Körner g	Mehrerträge. Im Vergleich zu stickstofffreier Düngung wurde an Mehrertrag (lufttrockene Substanz) erhalten Stroh g	Körner g	Stroh + Körner g	Das Gewicht je eines Samenkornes (auf Trockensubstanz berechnet) betrug in mg
0	50,8 49,5 52,2 48,8	30,9 32,9 28,8 28,8	50,3	30,4	**58,5**	**35,3**	—	—	—	25
6 g Salpeterstickstoff	281,8 272,7 268,8	176,3 152,3 153,9	274,4	160,8	**319,1**	**187,0**	260,6	151,7	412,3	31
6 g Ammoniakstickstoff	203,8 193,2 203,4	122,0 114,4 123,2	200,1	119,9	**232,7**	**139,4**	174,2	104,1	278,3	35
6 g Salpeterstickstoff + 5 g Kali	303,7 283,0 310,9	200,1 167,4 201,5	299,2	189,7	**347,9**	**220,6**	289,4	185,3	474,7	34
6 g Ammoniakstickstoff + 5 g Kali	247,8 243,5 247,5	162,0 167,7 176,0	246,3	168,6	**286,4**	**196,0**	227,9	160,7	388,6	36
6 g Ammoniakstickstoff + 13,27 g Natron	259,7 256,3 266,0	194,2 189,4 209,3	260,7	197,6	**303,1**	**229,8**	244,6	194,5	439,1	38

Ergebnisse der Versuchsreihe 60c. Tabelle 2.

Gerste.

Differenz-Düngung.	Stickstoff. Stickstoff in je 100 g Trockensubstanz Stroh g	Körner g	Stickstoff in der gesammten Ernte g	Phosphorsäure. Phosphorsäure in je 100 g Trockensubstanz Stroh g	Körner g	Phosphorsäure in der gesammten Ernte g	Kali. Kali in je 100 g Trockensubstanz Stroh g	Körner g	Kali in der gesammten Ernte g	Natron. Natron in je 100 g Trockensubstanz Stroh g	Körner g	Natron in der gesammten Ernte g
0	0,57	1,43	**0,721**	0,519	1,124	**0,603**	0,815	0,917	**0,689**	0,025	0	**0,013**
6 g Salpeterstickstoff	0,66	1,92	**4,898**	0,408	1,171	**3,003**	0,404	0,756	**2,324**	0,574	0,038	**1,636**
6 g Ammoniakstickstoff	0,64	1,93	**3,595**	0,358	1,113	**2,051**	0,641	0,761	**2,195**	0	0	**0**

Differenz-Düngung.	Stickstoff. Stickstoff in je 100 g Trockensubstanz: Stroh	Stickstoff. Stickstoff in je 100 g Trockensubstanz: Körner	Stickstoff. Stickstoff in der gesammten Ernte	Phosphorsäure. Phosphorsäure in je 100 g Trockensubstanz: Stroh	Phosphorsäure. Phosphorsäure in je 100 g Trockensubstanz: Körner	Phosphorsäure. Phosphorsäure in der gesammten Ernte	Kali. Kali in je 100 g Trockensubstanz: Stroh	Kali. Kali in je 100 g Trockensubstanz: Körner	Kali. Kali in der gesammten Ernte	Natron. Natron in je 100 g Trockensubstanz: Stroh	Natron. Natron in je 100 g Trockensubstanz: Körner	Natron. Natron in der gesammten Ernte
	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
6 g Salpeterstickstoff + 5 g Kali	0,52	1,63	**4,648**	0,328	1,097	**3,062**	0,952	0,745	**4,262**	0,519	0	**1,553**
6 g Ammoniakstickstoff + 5 g Kali	0,50	1,61	**3,946**	0,254	1,050	**2,396**	1,007	0,763	**3,767**	0,012	0	**0,030**
6 g Ammoniakstickstoff + 13,27 g Natron	0,46	1,56	**4,282**	0,174	1,040	**2,509**	0,690	0,713	**3,208**	0,515	0	**1,343**

Versuchsreihe 66. (1889.)

39 Versuche, ausgeführt in Vegetationsgefäßen von 60 cm Durchmesser und 80 cm Höhe.

Bodenart: Lehmboden Nr. 56.

Versuchspflanze: Sommerweizen.

Datum der Einsaat: 27. April. Datum der Erntenahme: 5. August.

Die Anwendung der Differenzdüngungen (Stickstoff in Form von salpetersaurem Natron, grüner Pflanzenmasse, Rinderdünger und Hornmehl) ersieht man aus den Tabellen.

Ergebnisse der Versuchsreihe 66. Tabelle 1.

Sommerweizen.

	Stickstoff gegeben in Form von salpetersaurem Natron			Erträge.						Mehrerträge.		
				Erträge der Einzelversuche an Trockensubstanz		Mittel-Erträge an Trockensubstanz		Mittel-Erträge an lufttrockener Substanz		Im Vergleich zu stickstofffreier Düngung wurde an Mehrertrag (lufttrockene Substanz) erhalten		
	g am 27. April	g am 23. Mai	g am 11. Juni	Stroh g	Körner g	Stroh g	Körner g	Stroh g	Körner g	Stroh g	Körner g	Stroh + Körner g
Außerdem 6 g Stickstoff in Form von grüner Pflanzenmasse (Nr. 123) bei der Einsaat gegeben	0	0	0	238,0 222,5 215,8	131,8 145,0 137,3	225,4	138,0	262,1	160,5	—	—	—
	1,5	—	—	248,3 261,9 259,5	155,9 165,6 165,7	256,6	162,4	298,4	188,8	36,3	28,3	64,6
	3	—	—	278,6 263,6 245,9	170,3 172,9 164,9	262,7	169,4	305,5	197,0	43,4	36,5	79,9
	0,5	0,5	0,5	245,9 261,2 274,3	163,1 147,9 169,7	260,5	160,2	302,9	186,3	40,8	25,8	66,6
	1	1	1	267,3 256,0 271,4	167,9 162,3 162,3	264,9	164,2	308,0	190,9	45,9	30,4	76,3
	0	0	0	65,0 66,9 70,1 76,5	49,5 52,0 53,1 57,7	69,6	53,1	80,9	61,7	—	—	—
	3	—	—	175,8 144,1	126,4 103,1	160,0	114,8	186,0	133,5	105,1	71,8	176,9
	6	—	—	169,7 182,4	132,9 136,6	176,1	134,8	204,8	156,7	123,9	95,0	218,9
	1	1	1	131,6 157,4 138,1	80,4 93,1 93,8	142,4	89,1	165,6	103,6	84,7	41,9	126,6
	2	2	2	182,1 181,5 194,7	114,6 107,6 118,2	186,1	113,5	216,4	132,0	135,5	70,3	205,8
Stickstoff gegeben bei der Einsaat in Form von	Conc. Rinderdünger (Nr. 95)		3	93,3 99,7	68,7 65,7	96,5	67,2	112,2	78,1	31,3	16,4	47,7
			6	118,2 116,1	76,3 75,2	117,2	75,8	136,3	88,1	55,4	26,4	81,8
			9	129,4 139,1	81,5 91,2	134,3	86,4	156,2	100,5	75,3	38,8	114,1
			12	156,1 145,5	104,1 103,4	150,8	103,8	175,4	120,7	94,5	59,0	153,5
	Hornmehl (Nr. 45)		6	211,8 200,3	132,4 139,3	206,1	135,9	239,7	158,0	158,8	96,3	255,1

Ergebnisse der Versuchsreihe 66. Tabelle 2.

Sommerweizen.

		Stickstoff gegeben in Form von salpeters. Natron			Stickstoff in der Erntesubstanz.			Weitere Verhältnißzahlen.			
					Stickstoff in je 100 g Trockensubstanz		Stickstoff in der gesammten Ernte	Auf je 100 g in der Düngung gegebenen Stickstoffs sind in der Ernte zurückgewonnen worden	Je 1 g des in der Düngung gegebenen Stickstoffs hat an Mehrertrag erzeugt		Auf je 100 g Stroh sind an Körnern geerntet worden
		am 27. April	am 23. Mai	am 11. Juni	Stroh	Körner			Stroh (lufttrocken)	Körner (lufttrocken)	
		g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
Außerdem 6 g Stickstoff in Form von grüner Pflanzenmasse (Nr. 123) bei der Einsaat gegeben		0	0	0	0,44	2,38	**4,276**	—	—	—	61
Außerdem 6 g Stickstoff in Form von grüner Pflanzenmasse (Nr. 123) bei der Einsaat gegeben		1,5	—	—	0,56	2,58	**5,627**	90	24	19	63
Außerdem 6 g Stickstoff in Form von grüner Pflanzenmasse (Nr. 123) bei der Einsaat gegeben		3	—	—	0,58	2,84	**6,335**	69	14	12	64
Außerdem 6 g Stickstoff in Form von grüner Pflanzenmasse (Nr. 123) bei der Einsaat gegeben		0,5	0,5	0,5	0,52	2,53	**5,408**	75	27	17	62
Außerdem 6 g Stickstoff in Form von grüner Pflanzenmasse (Nr. 123) bei der Einsaat gegeben		1	1	1	0,69	2,85	**6,508**	74	15	10	62
		0	0	0	0,44	2,40	**1,581**	—	—	—	76
		3	—	—	0,52	2,55	**3,759**	73	35	24	72
		6	—	—	0,69	2,89	**5,111**	59	21	16	77
		1	1	1	0,70	2,60	**3,313**	58	28	14	63
		2	2	2	0,77	3,06	**4,906**	55	23	12	61
Stickstoff, gegeben bei der Einsaat in Form von	conc. Rinderdünger (Nr. 95)			3	0,38	2,26	**1,885**	10	10	5	70
Stickstoff, gegeben bei der Einsaat in Form von	conc. Rinderdünger (Nr. 95)			6	0,38	2,21	**2,121**	9	9	4	65
Stickstoff, gegeben bei der Einsaat in Form von	conc. Rinderdünger (Nr. 95)			9	0,38	2,21	**2,420**	9	8	4	64
Stickstoff, gegeben bei der Einsaat in Form von	conc. Rinderdünger (Nr. 95)			12	0,46	2,17	**2,946**	11	8	5	69
Stickstoff, gegeben bei der Einsaat in Form von	Hornmehl (Nr. 45)			6	0,48	2,49	**4,373**	47	26	16	66

Versuchsreihe 150.

Versuche über die Umwandlung des Ammoniaks in Salpetersäure.

Es wurde eine größere Anzahl von Versuchsreihen über die Frage der Umwandlung des im schwefelsauren Ammoniak und in verschiedenen organischen Stickstoffdüngern enthaltenen Stickstoffs in Salpetersäure von uns ausgeführt, über welche wir der Redaction der „Landwirthschaftlichen Jahrbücher" einen ausführlichen Bericht demnächst einsenden werden.

Es ist nicht möglich, die vielen und umfänglichen Zahlentabellen in dieser Schrift zu veröffentlichen. Wir beschränken uns darauf, die folgenden kurzen Angaben über eine der Hauptreihen der Versuche zu machen und führen hier nur die auf die Umwandlung des schwefelsauren Ammoniaks sich beziehenden Resultate an.

Ueber die Ausführung der Versuche sei folgendes kurz bemerkt.

Je 300 g Erde wurden

a, mit 0,471 g schwefelsaurem Ammoniak, entsprechend 0,1 g Stickstoff, vermischt;

b, mit 0,942 g schwefelsaurem Ammoniak, entsprechend 0,2 g Stickstoff, vermischt;

c, nicht mit Ammoniaksalz vermischt, in Glasgefäße von $6^1/_2$ cm Weite, 17 cm Höhe und $3^1/_2$ cm Halsweite gebracht und mit je 50 g unvermischter Erde überdeckt.

Alle 12 Tage wurde der Inhalt je zweier Parallelgefäße in je einen Literkolben gebracht, mit Wasser übergossen, bis zur Marke aufgefüllt, öfters umgeschüttelt, filtrirt und die im Filtrat enthaltenen Mengen von Salpeterstickstoff bestimmt.

Diese Versuche wurden ausgeführt

a, mit humusarmem Lehmboden von 18% Feuchtigkeit;

b, mit humusreicher Gartenerde (Mistbeeterde) von 30% Feuchtigkeit;

} das verdunstende Wasser wurde alle paar Tage durch Aufgießen von destillirtem Wasser ersetzt.

c, ohne Zusatz von Kalk;

d, mit Zusatz von Kalk (je 5 g Misburger Mergel von 88% kohlensaurem Kalk);

e, unter Anwendung von Kalthaus-Temperatur;

f, unter Anwendung von Warmhaus-Temperatur.

In Folge dieser Modificationen betrug die Anzahl der Einzelversuche 336.

Die aus den Mittelergebnissen der Versuche berechneten Verhältnißzahlen sind in nachstehender Tabelle zusammengestellt.

Weitere Angaben über diese Versuche werden wir am angeführten Orte veröffentlichen.

Von je 100 Theilen Ammoniakstickstoff sind in Salpeterstickstoff umgewandelt worden:

Bezeichnung der Bodenart ꝛc.			Stickstoffzusatz pro Gefäß g	nach 12 Tagen Theile Stickstoff	nach 24 Tagen Theile Stickstoff	nach 36 Tagen Theile Stickstoff	nach 48 Tagen Theile Stickstoff	nach 60 Tagen Theile Stickstoff	nach 72 Tagen Theile Stickstoff	nach 84 Tagen Theile Stickstoff
Mistbeeterde	Warmhaus	ohne Mergel	0	—	—	—	—	—	—	—
			0,1	68	88	89	90	89	93	88
			0,2	32	65	80	84	84	83	83
		Zusatz von 5 g Mergel	0	—	—	—	—	—	—	—
			0,1	88	88	89	89	89	89	88
			0,2	72	85	86	86	86	87	86
	Kalthaus	ohne Mergel	0	—	—	—	—	—	—	—
			0,1	4	10	20	55	83	88	87
			0,2	2	3	5	22	47	62	72
		Zusatz von 5 g Mergel	0	—	—	—	—	—	—	—
			0,1	5	21	26	83	86	87	85
			0,2	2	6	5	38	78	82	80
Lehmboden	Warmhaus	ohne Mergel	0	—	—	—	—	—	—	—
			0,1	8	31	54	66	74	80	80
			0,2	3	16	32	42	50	58	60
		Zusatz von 5 g Mergel	0	—	—	—	—	—	—	—
			0,1	9	61	80	83	85	82	85
			0,2	3	27	67	78	78	81	82
	Kalthaus	ohne Mergel	0	—	—	—	—	—	—	—
			0,1	0	0	2	13	26	42	50
			0,2	0	0	1	5	13	24	32
		Zusatz von 5 g Mergel	0	—	—	—	—	—	—	—
			0,1	2	0	2	15	46	75	77
			0,2	0	0	1	7	25	44	59

Verlag von **Paul Parey** in **Berlin** SW., 10 Hedemannstraße.

Die Anwendung künstlicher Düngemittel

im

Obst- und Gemüsebau,

in der

Blumen- und Gartenkultur.

Von

Prof. Dr. **Paul Wagner,**
Vorstand der Landwirthschaftlichen Versuchsstation Darmstadt.

Mit 14 in den Text gedruckten Autotypieen photographischer Aufnahmen von Pflanzenkulturen.

Preis 1 M.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.

Verlag von Paul Parey in Berlin SW., 10 Hedemannstraße.

Die Kalidüngung

in ihrem Werte für die

Erhöhung und Verbilligung der landwirtschaftl. Produktion.

Von

Dr. **M. Maercker,**

Geh. Regierungsrat und Professor an der Universität Halle.

Preis 4 M.

Die Erfolge der Anwendung verschiedener Kalisalze

insbesondere des Kainits in der Praxis.

Nach einer von der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft veranstalteten Untersuchung berichtet von

Dr. **M. Maercker,**

Geh. Regierungsrat und Professor zu Halle a. S.

Preis 1 M. 50 Pf.

Die Kalidüngung auf leichtem Boden.

Ein Wort der Erfahrung an seine Berufsgenossen.

Von

Schultz-Lupitz.

Vierte Auflage. Preis 1 M. 60 Pf.

Selchow contra Lupitz.

Auch ein Wort der Erfahrung an seine Berufsgenossen über

Wirtschaftsbetrieb auf leichtem Boden

von

G. Neuhauß-Selchow.

Zweite Auflage. Preis 1 M.

Gründüngung

und System Schultz-Lupitz auf Lehmboden.

Von

Fritz Arndt,

Klostergut Oberwartha bei Cossebaude-Dresden.

Preis 2 M. 50 Pf.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.

Verlag von Paul Parey in Berlin SW., 10 Hedemannstraße.

Lohnender Ackerbau ohne Vieh.

Beschreibung eines zwanzigjährigen Betriebes.

Von

John Prout.

Aus dem Englischen nach der dritten Auflage übertragen

von

A. Küster,

praktischer Landwirt.

Zweite Auflage. Mit einem Flurplan.

Preis 1 M.

Die käuflichen Düngestoffe,

ihre Zusammensetzung, Gewinnung u. Anwendung.

Von

Dr. A. Rümpler.

Dritte Auflage. Mit 32 Textabbildungen.

Gebunden (Thaer-Bibliothek), Preis 2 M. 50 Pf.

Praktische Düngetafeln.

Graphische Darstellung und zahlenmäßige Angabe des **Boden-Nährstoff-Bedarfs** der wichtigsten Kulturpflanzen und Zusammenstellung der wichtigsten Düngemittel.

Zusammengestellt von

C. Lierke,

Chemiker.

Zwei große Farbendrucktafeln mit Text. Preis 3 M.

Praktische Düngerlehre

mit einer Einleitung über die allgemeinen Nährstoffe der Pflanzen und die Eigenschaften des Kulturbodens.

Gemeinverständlicher Leitfaden der Agrikultur-Chemie.

Von

Dr. Emil Wolff,

Prof. an der Kgl. Württ. landw. Akademie zu Hohenheim.

Elfte, vermehrte und verbesserte Auflage.

Gebunden, Preis 2 M. 50 Pf.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.

C. F. Winter'sche Buchdruckerei in Darmstadt.

P.
fo
über
re

Bayerische StaatsBibliothek
Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Wagner, Paul,

Forschungen auf dem Gebiete der Pflanzenvernährung von Paul Wagner unter Mitwirkung von R. Dorsch

Bd.: I

1892

Oecon. 1830 kb-1
urn:nbn:de:bvb:12-bsb11661899-4